

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи студентів, практичних занять та  
виконання контрольної роботи  
з дисципліни

**ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ**

*(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання  
за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво»,  
спеціальності «Міське будівництво та господарство»)*

**Харків – ХНАМГ – 2012**

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів, практичних занять і виконання контрольної роботи з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Д. О. Ковальов. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 76 с.

Укладач: **Д. О. Ковальов**

Рецензент: к.т.н. доц. кафедри теплохолодопостачання О. О. Алексахін

Рекомендовано кафедрою теплохолодопостачання,  
протокол № 2 від 26.10.2010р.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	4
ПЕРША ЧАСТИНА	
Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101– «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство»).	5
Вступ .....	5
1. Роль навчальної дисципліни в підготовці фахівців.....	5
2. Змістові модулі (ЗМ), джерела та контрольні запитання за ЗМ дисципліни.....	10
3. Засоби контролю та структура залікового кредиту.....	12
4. Методи та критерії оцінювання знань.....	12
Список джерел.....	13
ДРУГА ЧАСТИНА	
Методичні вказівки до практичних занять і виконання контрольної роботи з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство»).	14
ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА .....	14
1. Практичне заняття № 1. Система каналізації: каналізаційні мережі, внутрішні системи каналізації, визначення розрахункових витрат побутових стічних вод.....	21
2. Практичне заняття № 2. Система водопостачання: водопровідні мережі, внутрішні системи водопостачання.....	26
3. Практичне заняття № 3. Визначення витрати води на господарсько-питні потреби населення району міста, на комунальні потреби міста, на гасіння пожежі.....	31
4. Практичне заняття № 4. Система теплопостачання: теплові мережі, системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.....	35
5. Практичне заняття № 5. Розрахунок витрат теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання .....	44
6. Практичне заняття № 6. Система електропостачання: кабельні електричні мережі, методи розрахунку електричних навантажень.....	47
7. Практичне заняття № 7. Система газопостачання: газові мережі, внутрішні системи газопостачання, розрахунок споживання газу в мікрорайоні.....	53
8. Завдання до виконання розрахунково-графічних робіт.....	56
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТКИ .....	59

## ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів, практичних занять і виконання контрольної роботи з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство») містить дві частини.

Перша частина включає методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство»).

Друга частина містить методичні вказівки до виконання практичних занять і контрольної роботи з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство»).

## ПЕРША ЧАСТИНА

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство»).

### Вступ

Самостійна робота студента полягає у формуванні професійних вмінь і навичок для прийняття самостійних рішень під час конкретної роботи в реальних умовах, виховання потреби в систематичному поновленні своїх знань та творчому їх застосуванні у практичній діяльності. З цією метою рекомендовано інформаційно-методичне забезпечення, що наводиться далі.

### 1. Роль навчальної дисципліни в підготовці фахівців

**Статус дисципліни** – за вибором ХНАМГ.

**Тривалість вивчення дисципліни.** Загальна кількість часу, відведена для вивчення дисципліни, складає 2/72 кредитів/годин, протягом одного семестру четвертого року навчання.

### Форми та методи навчання

Форма навчання	Курс	Семестр	Години								Залік (семестр)
			Усього	у тому числі			Самостійна робота	у тому числі			
				Аудиторні	Лекції	Практичні, семі- нари		Контр. робота	КП/КР	РГЗ	
Денна	4	8	72	48	32	16	24	-	-	-	8
Заочна	4	8	72	10	6	4	62	6	-	-	8

**1.1 Мета вивчення.** Забезпечити єдиний комплексний підхід, системність і послідовність при одержанні потрібного достатнього обсягу знань і вмінь відповідно до освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» із відповідної спеціальності. Оволодіння необхідним обсягом теоретичних і практичних знань із питань призначення, класифікації, улаштування, основних елементів, характеристик інженерних мереж, джерел тепло-, газо-, водо-, електропостачання, методів очищення стічних вод, способів прокладання й послідовності розташування мереж у підземному просторі з ув'язкою з озелененням і благоустроєм, а також призначення, класифікації, улаштування, основних елементів, характеристик внутрішніх інженерних систем. На практичних заняттях виконується трасування інженерних мереж і розташування інженерних споруд у мікрорайоні, визначаються витрати тепла, газу та води на побутові потреби населення. Оволодіння сучасними методами, формами організації, планування, управління й контролю в галузі майбутньої професії, формування професійних вмінь і навичок для прийняття самостійних рішень під час конкретної роботи в реальних

умовах, виховання потреби систематичного поновлення своїх знань і їхнього творчого застосування у практичній діяльності. Курс завершується заліком, який є підсумковим контролем надбаних теоретичних і практичних навичок із інженерного обладнання будівель із урахуванням сучасних напрямків у містобудівництві та управлінні міським господарством.

**1.2 Предмет дисципліни.** Система та процес організації заходів із проектування й будівництва інженерного забезпечення міст та інженерного обладнання будівель.

### **1.3 Унаслідок вивчення дисципліни студент має**

**знати:** призначення систем теплопостачання, водопостачання, газопостачання, електропостачання та систем водовідведення. Класифікації інженерних мереж і споруд; джерела енергопостачання й вимоги до їхнього розташування; методи трасування інженерних мереж. Призначення систем опалення, вентиляції, каналізації, холодного та гарячого водопостачання, електропостачання будинків. Класифікації, характеристики та схеми внутрішніх інженерних систем.

**уміти:** використовуючи нормативно-технічні матеріали, згідно з завданням на проектування на генплані мікрорайону або міста вирішувати питання водовідведення, теплопостачання, газопостачання, водопостачання, електропостачання; розміщення інженерних споруд і трасування інженерних мереж; згідно з планом поверху будівлі вміти запроектувати внутрішні інженерні системи: опалення, холодного та гарячого водопостачання, побутової каналізації. Визначати витрати тепла, води та газу на побутові потреби населення.

### **1.4 Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни**

#### **Модуль 1. Інженерне обладнання будівель(2/72)**

ЗМ 1.1 Поняття технологічних процесів водопостачання та водовідведення.

1. Класифікація міських інженерних мереж і споруд.
2. Очисні споруди, призначення та методи прокладання каналізаційних мереж.
3. Джерела, призначення та методи прокладання водопровідних мереж.
4. Трасування інженерних мереж (ВО, КО) на генплані.
5. Внутрішні системи каналізації та холодного водопостачання.

ЗМ 1.2 Поняття технологічних процесів енергопостачання.

1. Джерела, призначення та методи прокладання теплових, газових і електричних мереж.
2. Трасування інженерних мереж (ТО, ГО, ВО) на генплані.

3. Визначення розрахункових навантажень.
4. Внутрішні системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, гарячого водопостачання, газопостачання та електропостачання.

### 1.5 Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента

Модулі та змістові модулі	Всього, кредит/годин	Форми навчальної роботи							
		Лекції		Практичні		Лабораторні		СРС	
		Денна	Заочна	Денна	Заочна	Денна	Заочна	Денна	Заочна
Модуль 1.	2/72	32	6	16	4	–	–	24	62
ЗМ 1.1.	1/36	16	3	8	2	–	–	12	31
ЗМ 1.2.	1/36	16	3	8	2	–	–	12	31

### 1.6 Лекційний курс

Зміст	Кількість годин	
ЗМ 1.1 Поняття технологічних процесів водопостачання й водовідведення	Денне навчання	Заочне навчання
Поняття енергопостачання міст. Поняття технологічних процесів. Загальні відомості про інженерне обладнання і споруди міст. Принципові схеми водовідведення й енергопостачання	4	0,5
Класифікація міських інженерних мереж ( ТО, ВО, ГО, КО, ВО, VO )	2	0,5
Класифікація міських інженерних споруд ( ЦТП, ГРП, ТП, ТРШ, НУ)	2	0,5
Система каналізації: призначення, принципові схеми каналізаційних мереж, очисні споруди, поняття про методи очистки побутових стоків, методи прокладання приймаючих і вбираючих каналізаційних мереж. Внутрішні системи каналізації будівель	4	0,5
Система водопостачання: призначення; джерела водопостачання; принципова схема водопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних мереж водопостачання. Внутрішні системи холодного водопостачання будівель	4	1
ЗМ 1.2 Поняття технологічних процесів енергопостачання.	Денне навчання	Заочне навчання
Система тепlopостачання: призначення; джерела тепlopостачання; принципова схема тепlopостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних теплових мереж; розташування ЦТП; розрахунок теплових навантажень споживачів на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання; визначення теплового навантаження ЦТП. Внутрішні системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції та кондиціонування повітря будівель	6	1
Система електропостачання: призначення; джерела електропостачання; принципова схема електропостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних електричних мереж; розташування ТП; визначення електричних навантажень. Внутрішні системи електропостачання будівель	4	1
Система газопостачання: призначення; джерела газопостачання; принципова схема газопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних газових мереж; розташування ГРП; розрахунок споживання газового палива на побутові потреби населення. Внутрішні системи газопостачання будівель	6	1

## 1.7. Практичні заняття

Зміст	Кількість годин	
	Денне навчання	Заочне навчання
ЗМ 1.1 Поняття технологічних процесів водопостачання й водовідведення		
Система каналізації: призначення, принципові схеми каналізаційних мереж, очисні споруди, поняття про методи очистки побутових стоків, методи прокладання приймаючих і вбираючих каналізаційних мереж. Внутрішні системи каналізації будівель	4	1
Система водопостачання: призначення; джерела водопостачання; принципова схема водопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних мереж водопостачання. Внутрішні системи холодного водопостачання будівель	4	1
ЗМ 1.2 Поняття технологічних процесів енергопостачання		
Система теплопостачання: призначення; джерела теплопостачання; принципова схема теплопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних теплових мереж; розташування ЦТП; розрахунок теплових навантажень споживачів на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання; визначення теплового навантаження ЦТП. Внутрішні системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції та кондиціювання повітря будівель	3	1
Система електропостачання: призначення; джерела електропостачання; принципова схема електропостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних електричних мереж; розташування ТП; визначення електричних навантажень. Внутрішні системи електропостачання будівель	2	0,5
Система газопостачання: призначення; джерела газопостачання; принципова схема газопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних газових мереж; розташування ГРП; розрахунок споживання газового палива на побутові потреби населення. Внутрішні системи газопостачання будівель	3	0,5

## 1.8 Індивідуальні завдання

Контрольна робота (заочне навчання).

Контрольна складається з наступних індивідуальних завдань:

трасування на генплані забудови: теплопровідних мереж; газопровідних мереж;

водопровідних мереж; каналізаційних мереж; електричних мереж;

розташування інженерних споруд: ЦТП; ГРП; ТП;

проектування внутрішніх інженерних систем;

визначення розрахункових витрат.

Обсяг контрольної роботи – 6 годин.



## 1.9 Самостійна навчальна робота студента

Зміст	Кількість годин	
	Денне навчання	Заочне навчання
ЗМ 1.1 Поняття технологічних процесів водопостачання й водовідведення		
Поняття енергопостачання міст. Поняття технологічних процесів. Загальні відомості про інженерне обладнання і споруди міст. Принципові схеми водовідведення й енергопостачання	2	3
Класифікація міських інженерних мереж ( ТО, ВО, ГО, КО, ВО, VO )	1	7
Класифікація міських інженерних споруд ( ЦТП, ГРП, ТП, ТРШ, НУ)	1	7
Система каналізації: призначення, принципові схеми каналізаційних мереж, очисні споруди, поняття про методи очистки побутових стоків, методи прокладання приймаючих і вбираючих каналізаційних мереж. Внутрішні системи каналізації будівель	4	7
Система водопостачання: призначення; джерела водопостачання; принципова схема водопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних мереж водопостачання. Внутрішні системи холодного водопостачання будівель	4	7
ЗМ 1.2 Поняття технологічних процесів енергопостачання	Денне навчання	Заочне навчання
Система теплопостачання: призначення; джерела теплопостачання; принципова схема теплопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних теплових мереж; розташування ЦТП; розрахунок теплових навантажень споживачів на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання; визначення теплового навантаження ЦТП. Внутрішні системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції та кондиціювання повітря будівель	4	11
Система електропостачання: призначення; джерела електропостачання; принципова схема електропостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних електричних мереж; розташування ТП; визначення електричних навантажень. Внутрішні системи електропостачання будівель	4	10
Система газопостачання: призначення; джерела газопостачання; принципова схема газопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних газових мереж; розташування ГРП; розрахунок споживання газового палива на побутові потреби населення. Внутрішні системи газопостачання будівель	4	10

## 2. Змістові модулі (ЗМ), джерела та контрольні запитання ЗМ дисципліни

### Модуль 1. Інженерне обладнання будівель 2/72

№ теми	Зміст теми	Джерела	Контрольні питання
1	2	3	4
ЗМ 1.1 Поняття технологічних процесів водопостачання й водовідведення			
Тема 1	Поняття енергопостачання міст. Поняття технологічних процесів. Загальні відомості про інженерне обладнання і споруди міст. Принципові схеми водовідведення і енергопостачання	2, с. 1–6;	1. Яка роль інженерних мереж у структурі міста? 2. Наведіть перелік інженерного обладнання міст.
Тема 2	Класифікація міських інженерних мереж (ТО, ВО, ГО, КО, ВО, VO)	2, с. 7–13	1. За якими ознаками класифікуються міські інженерні мережі?
Тема 3	Класифікація міських інженерних споруд (ЦТП, ГРП, ТП, ТРШ, НУ)	2, с. 13–15	1. За якими ознаками класифікуються міські інженерні споруди? 2. Призначення та розміщення ГРП. 3. Призначення та розміщення ЦТП. 4. Призначення та розміщення ТП. 5. Призначення та розміщення ПНУ. 6. Призначення та розміщення КНС. 7. Призначення та розміщення ТРШ.
Тема 4	Система каналізації: призначення, принципові схеми каналізаційних мереж, очисні споруди, поняття про методи очищення побутових стоків, методи прокладання приймаючих і вбираючих каналізаційних мереж. Внутрішні системи каналізації будівель	1, с. 63–87; 2, с. 22–27;	1. Призначення та види систем каналізації населених пунктів. 2. Схема водовідведення та методи очищення стічних вод. 3. Методи прокладання приймальних і збиральних каналізаційних мереж. 4. Наведіть елементи, із яких складається внутрішня система каналізації будівлі.
Тема 5	Система водопостачання: призначення; джерела водопостачання; принципова схема водопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних мереж водопостачання; розрахунок витрат води на господарсько-питні потреби населення, комунальні потреби міста та гасіння пожежі. Внутрішні системи холодного водопостачання будівель	1, с. 8–61 2, с. 29–35	1. Призначення систем водопостачання та їхніх джерел. 2. Методи прокладання розподільних мереж водопостачання. 3. Методи прокладання розвідних мереж водопостачання. 4. Як визначають витрати води на господарсько-питні потреби населення? 5. Як визначають витрати води на комунальні потреби міста? 6. Як визначають витрати води на гасіння пожежі? 7. Наведіть елементи, із яких складається внутрішня система холодного водопостачання будівлі.

1	2	3	4
ЗМ 1.2 Поняття технологічних процесів енергопостачання			
Тема 6	Система теплопостачання: призначення; джерела теплопостачання; принципова схема теплопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних теплових мереж; розташування ЦТП; розрахунок теплових навантажень на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання; визначення теплового навантаження ЦТП. Внутрішні системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції та кондиціювання повітря будівель	1, с. 152–175; 2, с. 95–171;	1. Призначення систем теплопостачання та їхні джерела. 2. Методи прокладання розподільних теплових мереж. 3. Методи прокладання розвідних теплових мереж. 4. Назвіть елементи, із яких складається внутрішня система опалення будівлі. 5. Назвіть елементи, із яких складається внутрішня система гарячого водопостачання будівлі. 6. Назвіть елементи, із яких складається внутрішня система вентиляції будівлі. 7. Назвіть елементи, із яких складається внутрішня система кондиціювання повітря будівлі.
Тема 7	Система електропостачання: призначення; джерела електропостачання; принципова схема електропостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних електричних мереж; розташування ТП; визначення електричних навантажень. Внутрішні системи електропостачання будівель	1, с. 152–175; 2, с. 172–203; 7, с. 171–187; 8, с. 50–70	1. Призначення систем електропостачання та їхні джерела. 2. Методи прокладання розподільних електричних мереж. 3. Методи прокладання розвідних електричних мереж. 4. Назвіть елементи, із яких складається внутрішня система електропостачання будівлі.
Тема 8	Система газопостачання: призначення; джерела газопостачання; принципова схема газопостачання населених міст; методи прокладання розподільчих і розвідних газових мереж; розташування ГРП; розрахунок споживання газового палива. Внутрішня система газопостачання будівель	1, с. 127–149; 2, с. 60–71; 5, с. 10–150; 9, с. 145–171; 10, с. 56–73	1. Призначення систем газопостачання та їхніх джерел. 2. Методи прокладання розподільних і розвідних газопроводів. 3. Як визначають річні та годинні витрати газу на побутові потреби? 4. Назвіть елементи, із яких складається внутрішня система газопостачання будівлі.

### 3. Засоби контролю та структура залікового кредиту

Види та засоби контролю	Розподіл балів, %
МОДУЛЬ 1. Поточний контроль за змістовими модулями	
ЗМ 1.1 Тестування. Тестування здійснюється після закінчення вивчення змістового модуля.	30%
ЗМ 1.2 Тестування. Тестування здійснюється після закінчення вивчення змістового модуля.	30%
Підсумковий контроль за МОДУЛЕМ 1.	
Залік. Залік здійснюється після тестувань за ЗМ 1.1, 1.2, приймання контрольної роботи (заочне навчання).	40%
Всього за модулем 1	100%

### 4. Методи та критерії оцінювання знань

**«Відмінно»** – за національною шкалою; **«А»** (91 – 100 % набраних балів) – за шкалою ECTS – виставляється за наступних умов:

1. Творчий підхід до засвоювання матеріалу, повнота і правильність виконання завдання;
2. Уміння застосовувати різні принципи й методи в конкретних ситуаціях;
3. Глибокий аналіз фактів і подій, спроможність прогнозування результатів від прийнятих рішень;
4. Чітке, послідовне викладення відповіді на папері;
5. Уміння пов'язати теорію і практику.

**«Добре»** – за національною шкалою; **«В»** (81 – 90 % набраних балів), **«С»** (71 – 80 % набраних балів) – за шкалою ECTS – виставляється за наступних умов:

1. Мають місце деякі непринципові помилки несуттєвого характеру у викладенні відповідей при повних знаннях програмного матеріалу;
2. Переважання логічних підходів над творчими у відповідях на питання;
3. Не завжди правильне прогнозування подій від прийнятих рішень;
4. Уміння пов'язати теорію з практикою.

**«Задовільно»** – за національною шкалою; **«D»** (61 – 70 % набраних балів), **«Е»** (51 – 60 % набраних балів) – за шкалою ECTS – виставляється за наступних умов:

1. Репродуктивний підхід до засвоювання й викладання матеріалу;
2. Недостатня повнота викладення матеріалу, але при обов'язковому виконанні (можливо з несуттєвими помилками) завдань, пов'язаних із розв'язанням практичних завдань;
3. Неглибокі знання основного матеріалу, наявність великої кількості неточностей у викладенні матеріалу;
4. Нечітке викладення матеріалу на папері, порушення логічної послідовності при викладенні матеріалу;
5. Ускладнення під час практичного втілення прийнятих рішень.

**«Незадовільно з можливістю повторного оцінювання»** – за національною шкалою; **«FX»** (26 – 50 % набраних балів) – за шкалою ECTS – виставляється за наступних умов:

1. Відсутність знань із більшої частини матеріалу, погане засвоєння принципів положень курсу;
2. Наявність грубих, принципових помилок під час практичного виконання отриманих завдань.

**«Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням»** – за національною шкалою; **«F»** (0 – 25 % набраних балів) – за шкалою ECTS – виставляється за наступних умов:

1. Невиконання або виконання з великими помилками завдань, пов'язаних із розв'язанням практичних завдань;
2. Неграмотне й неправильне викладення відповідей на папері.

### Список джерел

Бібліографічні описи, Інтернет-ресурси	ЗМ, де застосовується
<b>1. Рекомендовані основні навчальні джерела</b>	
1. Инженерное оборудование зданий и сооружений /под.ред. Ю.А.Табунщикова – М.: Высшая школа, 1989 – 238 с.	1.1, 1.2
2. Шульга М.О. Инженерне обладнання населених місць/ М.О. Шульга, І.Л. Деркач, О.О. Алексахін. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 259 с.	1.1, 1.2
3. Инженерне обладнання будинків і споруд: ДБН В.2.5-22-2002: затв. Держбуд України, 2001. – 70 с.	1.1, 1.2
<b>2. Додаткові джерела</b>	
1. Абрамов Н. Н. Водоснабжение / Абрамов Н. Н. – М.: Стройиздат, 1982 – 480 с.	1.1
2. Внутренние санитарно-технические устройства. Водопровод и канализация / [Ю.Н.Саргин, Л. И.Друскин, И.Б.Покровская и др.]; под ред. И. Г. Старовойтова – М.: Стройиздат, 1990 – 247 с.	1.1
3. Шульга М.О. Вентиляція та кондиціювання повітря/ М.О. Шульга, І.П. Юхно. – Х.: ХНАМГ, 2004. – 147 с.	1.2
4. Шульга Н.А. Теплоснабжение и вентиляция зданий/ Н.А. Шульга, А.А. Алексахин, И.Ф. Юхно. – Х.: ХНАМГ, 2002. – 145 с.	1.2
5. Тихомиров К.В. Теплотехника, тепло-, газоснабжение и вентиляция/ К.В. Тихомиров, Э.С. Сергиенко. – М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.	1.2
6. Белецкий Б.Ф. Санитарно-техническое оборудование зданий/ Белецкий Б.Ф. – М: Стройиздат, 2002. – 512с.	1.2
7. Справочник по инженерному оборудованию жилых и общественных зданий/ под ред. В.С. Дикаревского. – К.: Будівельник, 1995. – 360 с.	1.1, 1.2
8. Кузнецов В. С. Электроснабжение и электроосвещение городов/ Кузнецов В. С. – Минск: Вышэйшая школа, 1989. – 280 с.	1.2

## ДРУГА ЧАСТИНА

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство»)

## ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Метою практичних занять є закріплення знань із дисципліни «Інженерне обладнання будівель». Виконуючи завдання на практичних заняттях та контрольні роботи, студенти набувають досвіду проектування інженерних систем міст, внутрішніх інженерних систем, знайомляться з прийомами визначення розрахункових витрат.

### ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ СИСТЕМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ Й ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

#### Система побутової каналізації

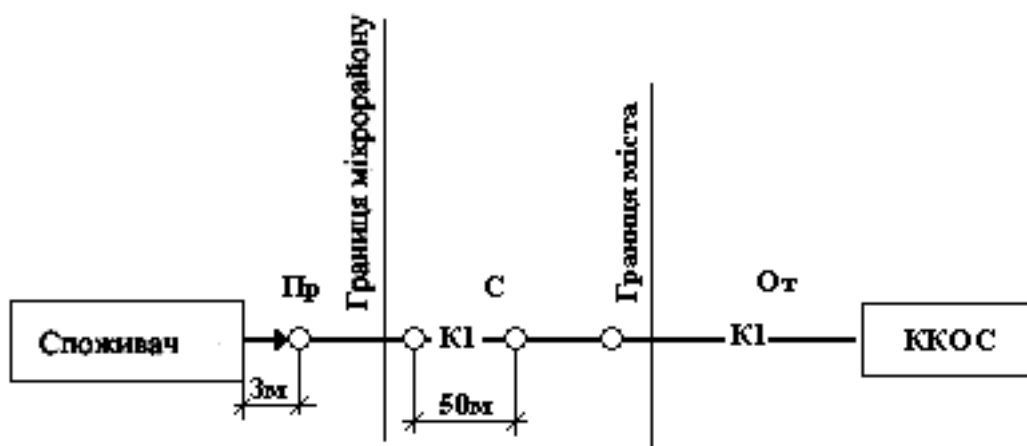


Рис. 1 – Принципова схема побутової каналізаційної системи:

- ККОС – комплекс каналізаційних очисних споруд;
- Пр – приймальні каналізаційні мережі;
- С – збиральні каналізаційні мережі;
- От – відвідні каналізаційні мережі;
- К1 – трубопроводи побутової каналізаційні мережі.

## Система водопостачання

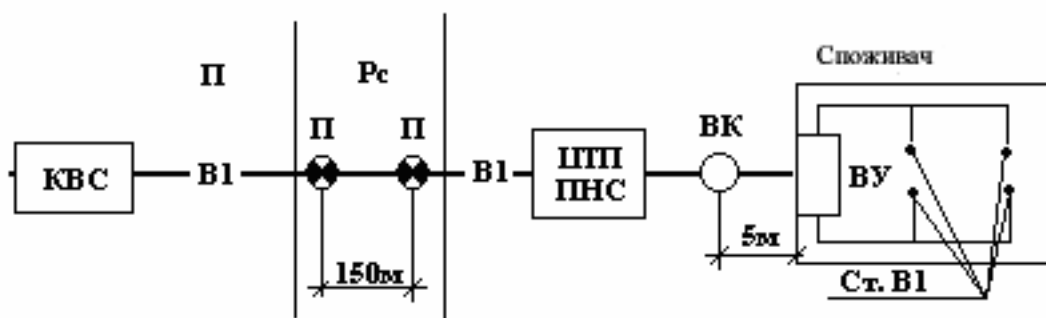


Рис. 2 – Принципова схема водопостачання:

КВС – комплекс водопостачальних споруд;

ЦТП – центральний тепловий пункт;

ПНС – підвищувальна водопровідна насосна станція;

ПГ – пожежний гідрант;

П – магістральні водопостачальні мережі;

Рс – розподільні водопостачальні мережі;

Рз – розвідні водопостачальні мережі;

ВУ – водомірний вузол;

ВК – водопровідний колодезь;

Ст.В1 – стояк внутрішньої системи холодного водопостачання;

В1 – трубопроводи водопостачальної мережі

## Система централізованого теплопостачання

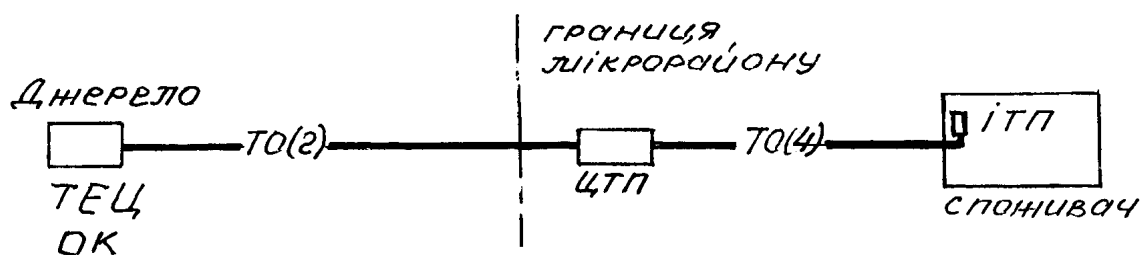


Рис. 3 – Принципова схема теплопостачання:

ТЕЦ – теплоелектроцентральною;

ОК – опалювальна котельня;

ЦТП – центральний тепловий пункт;

ІТП – індивідуальний тепловий пункт;

ТО(2) – розподільна 2-трубна теплова мережа;

ТО(4) – розвідна 4-трубна теплова мережа

## Система електропостачання

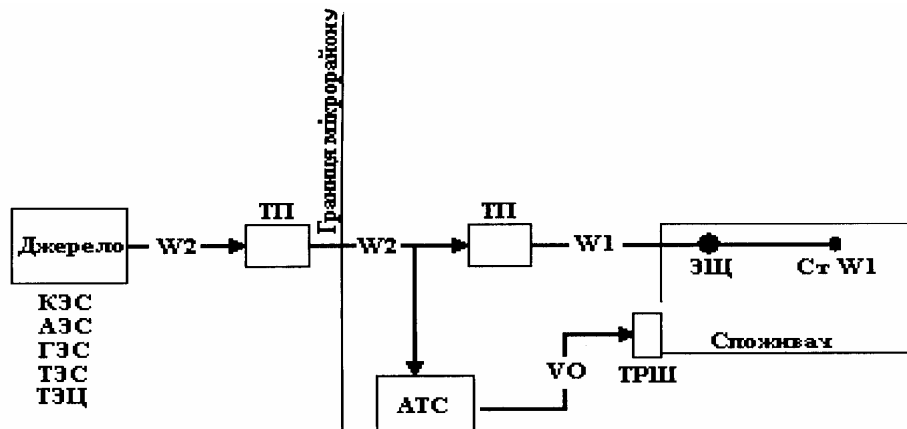


Рис. 4 – Принципова схема електропостачання:

- КЕС – конденсаційна електростанція;
- АЕС – атомна електростанція;
- ГЕС – гідроелектростанція;
- ТЕС – теплоелектростанція;
- ТЕЦ – теплоелектроцентрально;
- ТП – трансформаторна підстанція;
- АТС – автоматична телефонна станція;
- ТРШ – телефонна розподільна шафа;
- ЕЩ – електроштитові;
- Ст. W1 – стояк внутрішньої системи електропостачання;
- W1, W2 – силова кабельна мережа;
- VO – слабкоструменева кабельна мережа

## Система газопостачання

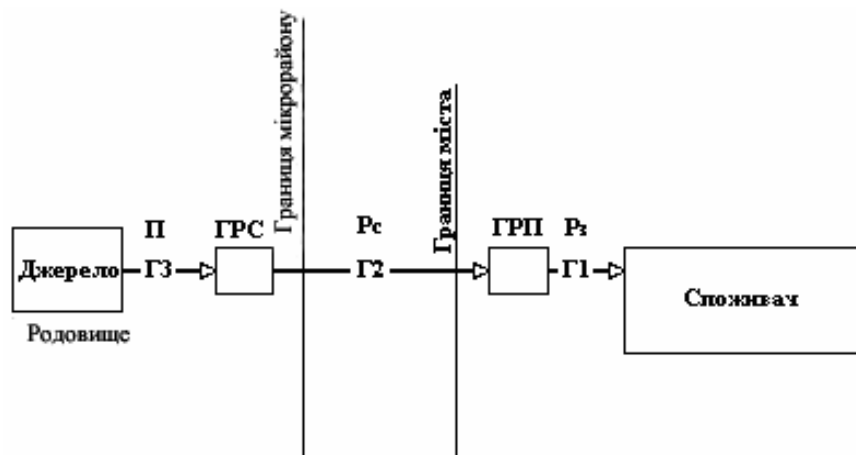


Рис. 5 – Принципова схема газопостачання:

- ГРС – газорозподільна станція;
- ГРП – газорегулюючий пункт;
- ГЗ – магістральний живильний газопровід високого тиску (П);
- Г2 – розподільний (Рс) газопровід середнього тиску;
- Г1 – розвідний (Рз) газопровід низького тиску



## ТРАСУВАННЯ МІСЬКИХ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ І РОЗМІЩЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

Способи прокладання міських інженерних мереж – роздільне й сумісне (суміщене прокладання в одній траншеї; суміщене прокладання комунікацій у прохідних каналах і технічних підпіллях будівель).

При роздільному способі прокладання кожний трубопровід і кабель прокладають в окремій траншеї.

Кожну мережу розміщують, ураховуючи її технічні й експлуатаційні особливості. Крім того, розміщення мережі в підземному просторі має сприяти зниженню трудомісткості будівельно-монтажних робіт і зменшенню термінів будівництва.

На рис. 6 показано поперечний профіль вулиці з оптимальним варіантом розміщення магістральних мереж.

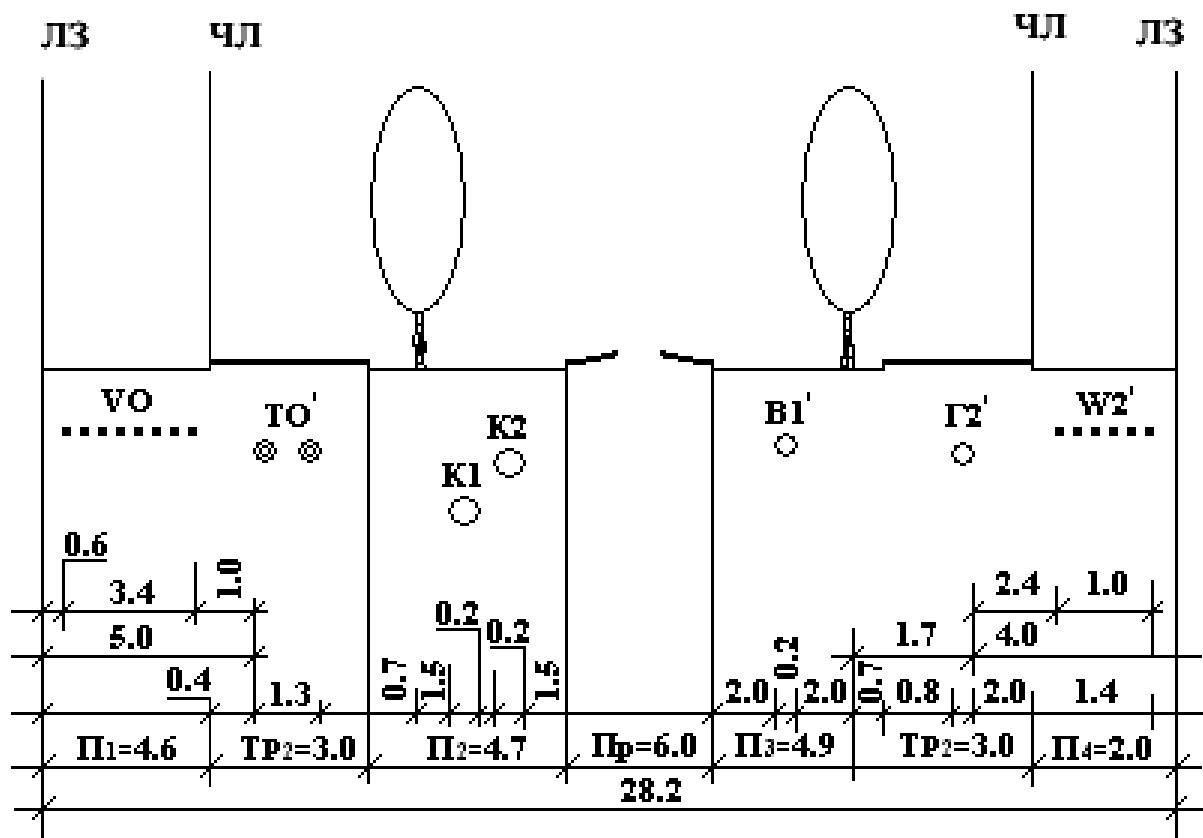


Рис. 6 – Розміщення магістральних підземних мереж під вулицею  
при роздільному прокладанні

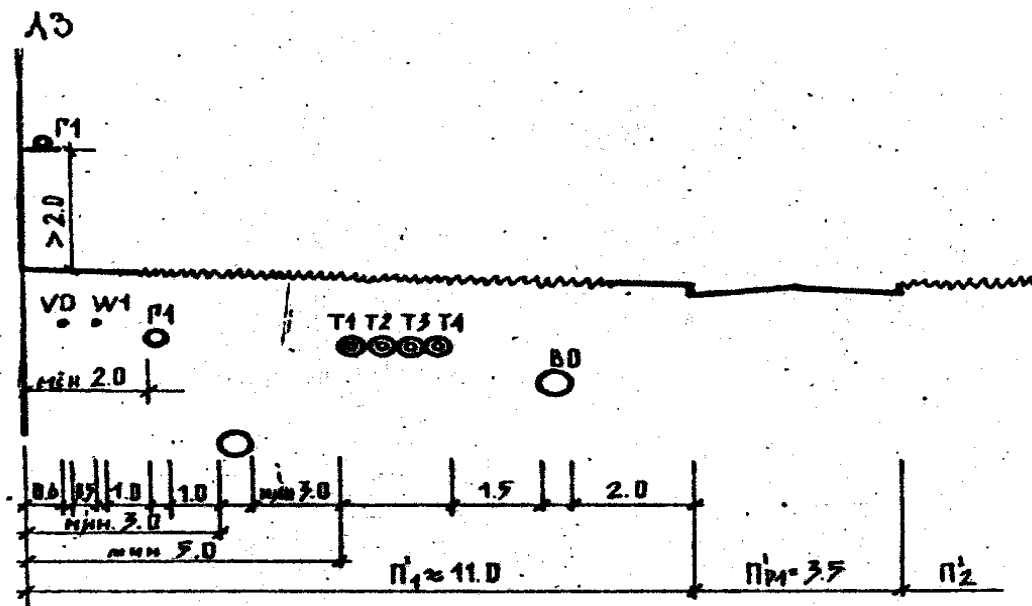


Рис. 7 – Розміщення розподільних мереж при роздільному прокладанні

Розміщення розподільних мереж у профілі території мікрорайону при роздільній системі прокладання показано на рисунку 7.

Теплопроводи на території міст при роздільному підземному способі прокладання розміщують безканально і в непрохідних каналах.

На практиці будівництва та реконструкції магістральних і внутрішньоквартальних інженерних комунікацій широко застосовують суміщене прокладання трубопроводів в одній траншеї. При цьому способі трубопроводи різного призначення, (теплові мережі, газопроводи, водопроводи та самопливні мережі водостоків і каналізації) прокладають у технологічній смузі вулиць або всередині мікрорайонів паралельно один одному (рис. 8).

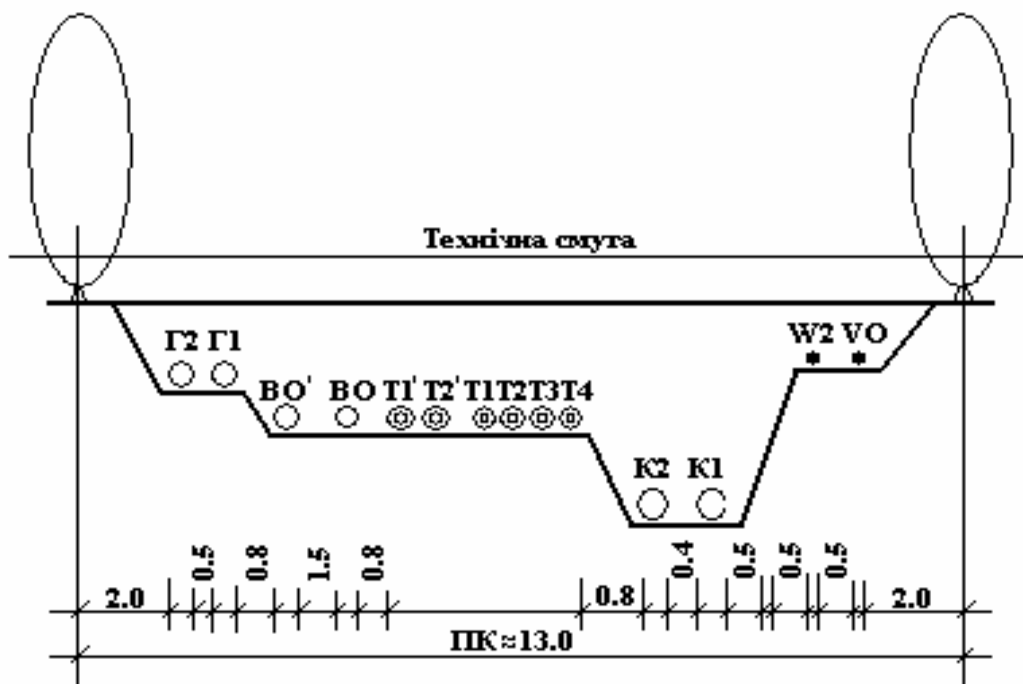


Рис. 8 – Поперечний переріз траншеї з трубопроводами

Суміщене прокладання інженерних комунікацій у вуличних (рис. 9) і внутрішньоквартальних прохідних збірних залізобетонних каналах (колекторах) (рис. 10) є прогресивним методом, що набуває широкого застосування при забудові великих міст.

Порівняно з роздільним і суміщеним способами прокладання комунікацій безпосередньо у ґрунті прокладання у прохідних каналах має безліч переваг.

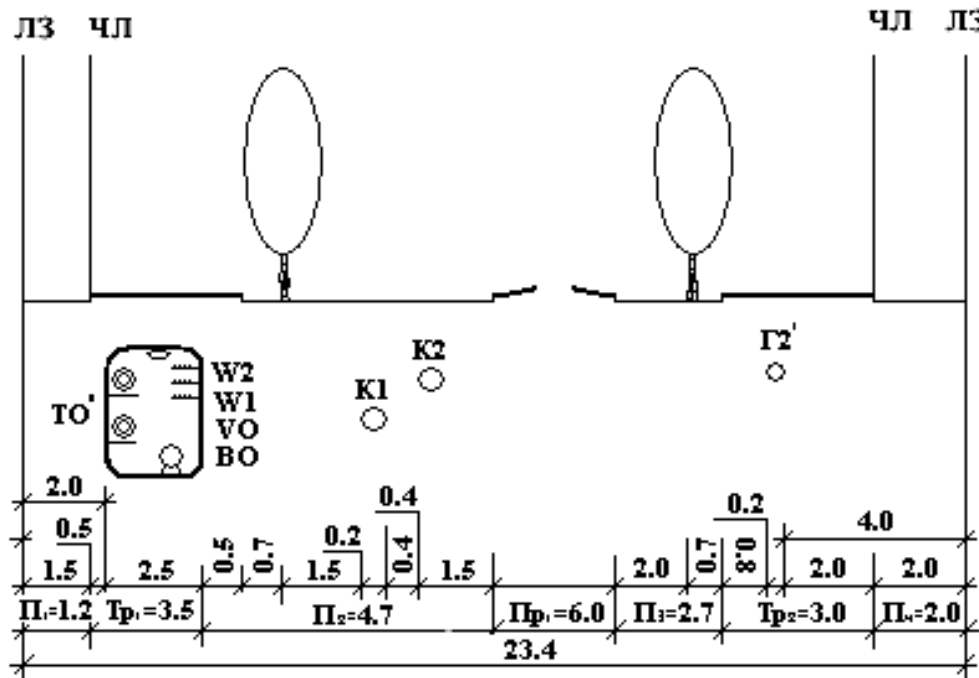


Рис. 9 – Розміщення магістральних мереж при суміщеному прокладанні у вуличному колекторі

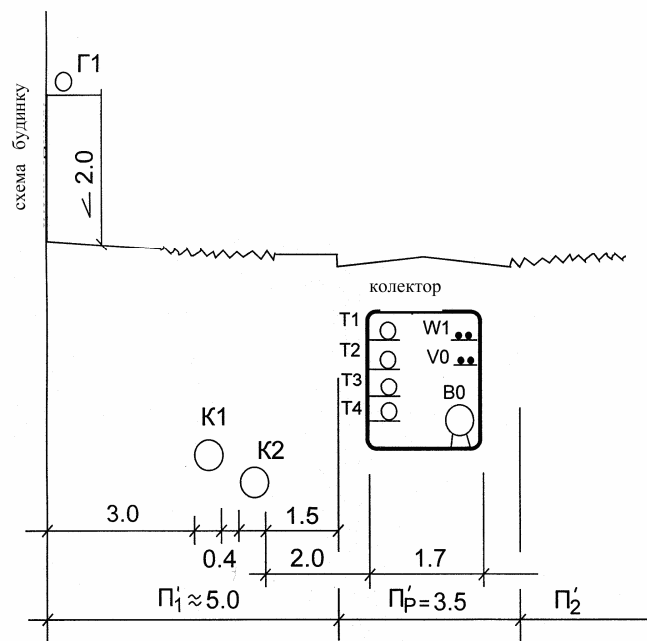


Рис. 10 – Розміщення розподільних мереж при суміщеному методі прокладання у внутрішньоквартальному колекторі

При суміщеному методі прокладання внутрішньоквартальних комунікацій у технічних підпіллях будівель (рис. 11) приміщення не можна захищувати трубами; відстань між трубопроводами, що йдуть паралельно, має забезпечувати умови для контролю та ремонту.

Прокладання трубопроводів технічними підпіллями будівель дає змогу зменшити кількість теплових камер, знизити вартість будівництва та експлуатаційні витрати, зменшити кількість аварій, збільшити термін служби комунікацій.

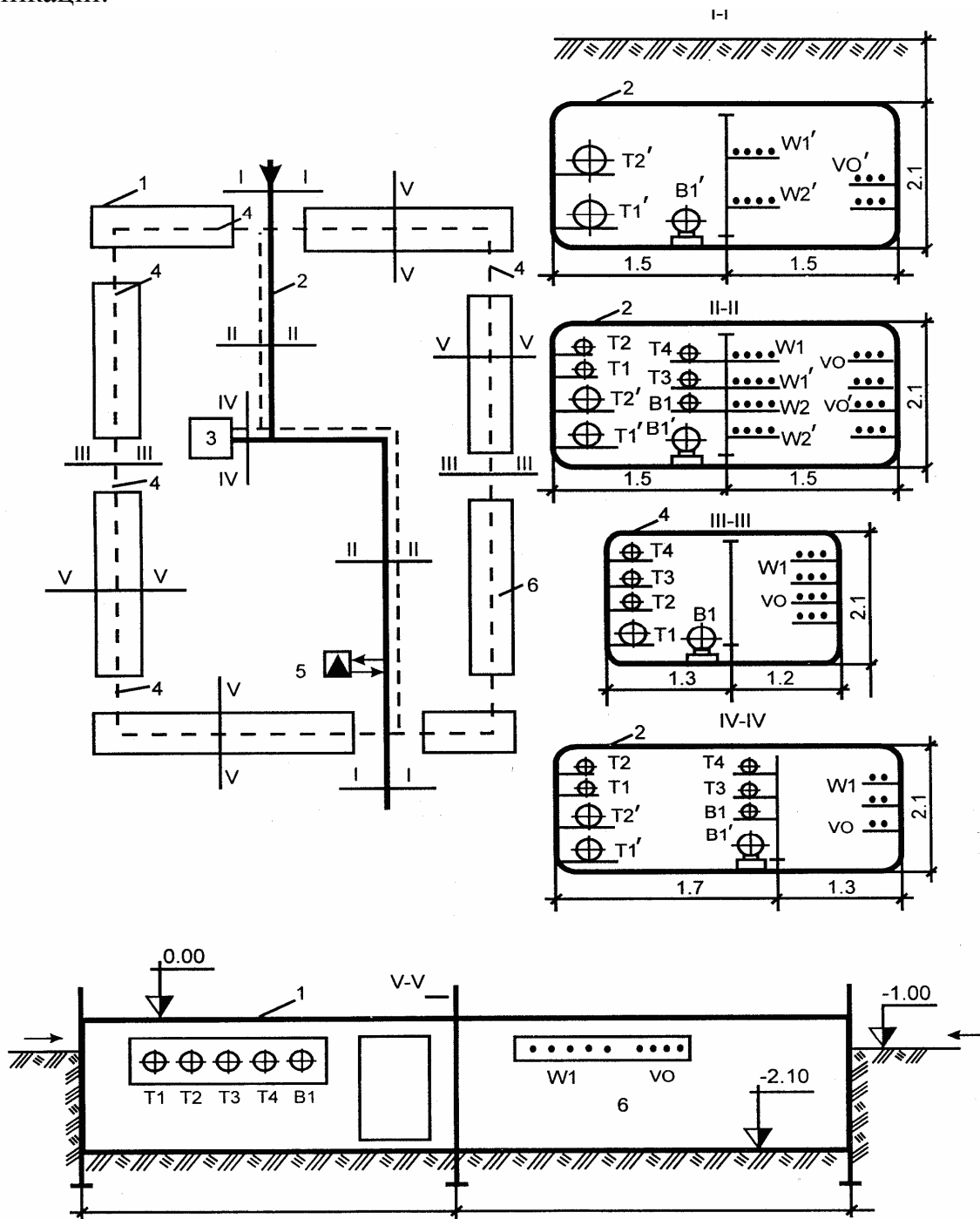


Рис. 11 – Розміщення інженерних мереж при суміщеному методі прокладання в колекторі й технічних підпіллях будівель

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1.**  
**СИСТЕМА КАНАЛІЗАЦІЇ:**  
**КАНАЛІЗАЦІЙНІ МЕРЕЖІ, ВНУТРІШНІ СИСТЕМИ КАНАЛІЗАЦІЇ,**  
**ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ**  
**ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД**

**Мета практичних занять** – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови житлової групи спроектувати приймальні та збиральні каналізаційні мережі; згідно з планом будинку спроектувати внутрішні системи водовідведення; визначити розрахункові витрати побутових стічних вод.

**Каналізаційні мережі**

Збиральні каналізаційні мережі прокладають у розділовій смузі вулиць або, якщо дозволяють умови місцевості, у середині мікрорайону [5; 6; 9]. Приймальні мережі можуть мати бокові випуски від кожного під'їзду й один торцевий. При торцевому випуску не дозволяється прокладати в технічних підпіллях каналізаційні трубопроводи з транзитною видачею стічних вод. На всіх випусках на відстані 3 м від будинку облаштовують оглядові збірні залізобетонні колодязі діаметром 1м.

Приклад трасування збиральних і приймальних мереж побутової та дощової каналізації наведений на рис. 1.1.

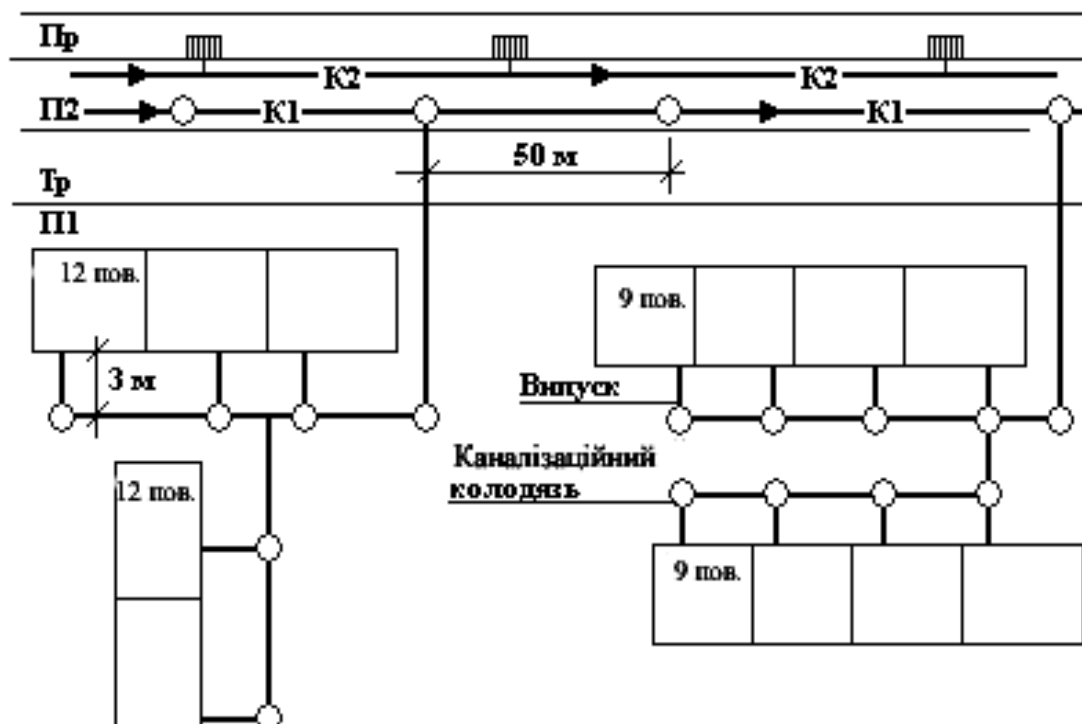


Рис. 1.1 – Схема приймальної побутової каналізаційної мережі

## Внутрішні системи каналізації

### Призначення й облаштування систем каналізації будівель

Сукупність інженерних пристроїв, які забезпечують видалення стічних вод від санітарно-технічних приладів і облаштувань до міської каналізації, називається системою каналізації будівель.

У житлових будівлях проектуються наступні системи каналізації:

- *побутова* – для відведення стічних вод від санітарних приладів (унітазів, раковин, умивальників, ванн, мийок, душів і т.ін.);
- *мережа внутрішніх водостоків* – для видалення атмосферних опадів із дахів будівель.

Система каналізації будівель складається з мережі трубопроводів, яка включає відвідні лінії, стояки, збірні каналізаційні трубопроводи (якщо вони є за проектом), випуски і санітарно-технічні прилади й облаштування, а також арматуру (рис. 1.2).

Облаштування систем каналізації будівель має відповідати вимогам СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

До санітарно-технічних приладів і облаштувань системи каналізації будівель належать: умивальники, унітази, ванни, піддони, мийки, раковини, змивні бачки, змивні крани, трапи, сифони.

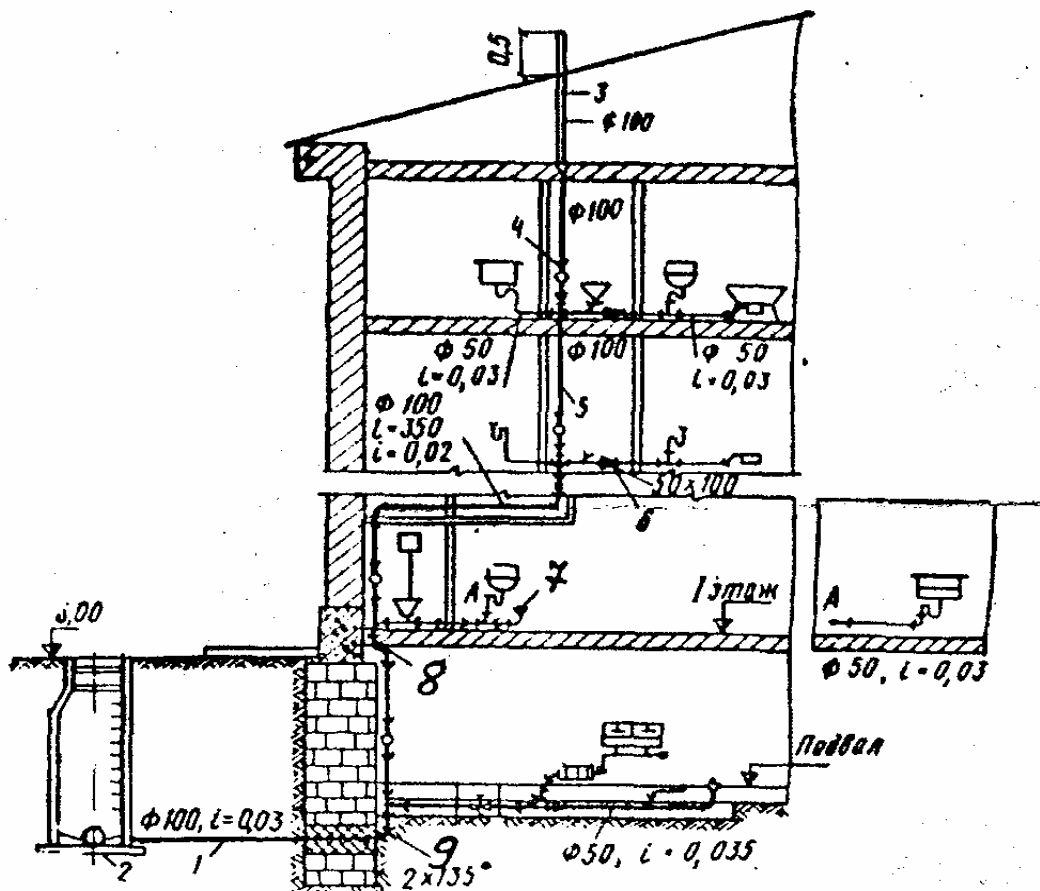


Рис. 1.2 – Основні елементи й облаштування внутрішньої каналізації:

1 – випуски; 2 – оглядові колодезі; 3 – витяжка; 4 – ревизія; 5 – каналізаційний стояк; 6 – перехід; 7 – прочистка; 8 – відступ; 9 – відводи

### *Розташування санітарних приладів*

У житлових будинках квартирного типу встановлюють (із розрахунку на одне помешкання): а) унітаз і ванну в сумісному санітарному вузлі й раковину або мийку на кухні; б) ванну, умивальник і унітаз (при цьому унітаз може бути встановлений в окремій кабінці) і раковину або мийку на кухні.

Технічні вимоги до облаштування систем каналізації будівель наступні. Каналізаційні стояки слід установлювати вертикально без зламів у розтрубах; припустиме відхилення від вертикалі не має перевищувати 2 мм на 1 м довжини трубопроводу. Стояки розташовують на відстані 25 мм від стіни. Витяжна частина каналізаційного стояку має бути виведена вище покрівлі будівлі на 700 мм, а її діаметр має бути більшим за діаметр труби стояку на 50 мм.

Поворот каналізаційного стояку на ділянці переходу його до випуску слід робити із одного повільного відводу радіусом 0,4 м; припускається встановлення замість одного повільного відводу двох відводів під кутом  $135^{\circ}$ . З'єднання витяжних стояків системи каналізації з вентиляційними каналами і димоходами не припустиме.

### *Призначення й облаштування внутрішнього водостоку*

Система внутрішнього водостоку з дахів має забезпечувати безперебійний відвід дощових і талих вод. Вона складається із водостічних воронок, стояків, відвідних трубопроводів, випусків, а також гідрозатворів, компенсаторів, ревізій і т.д.

Внутрішні водостічні мережі можуть бути виконані з чавунних (ГОСТ 6942.3–80), азбоцементних (ГОСТ 539–80) і пластмасових труб (ГОСТ 18599–83), з'єднаних між собою врозтруб (чавунні та пластмасові труби) і на муфтах (азбоцементні труби).

Водостічні стояки монтують вертикально без перегинів; припустиме відхилення від вертикалі не більше 2 мм на 1 м

Водостічні воронки, облаштування яких зображене на рис. 1.3, установлюють на відстані не менше 500 мм від зовнішніх стін та інших конструкцій, які знаходяться понад покрівлю.

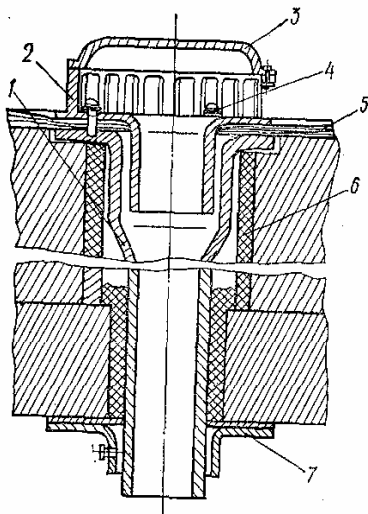


Рис. 1.3 – Водостічна приймальна воронка типу Vr7м для житлових будівель:

- 1 – зливний патрубок; 2 – приймальна решітка;  
3 – ковпак; 4 – болт для кріплення решітки; 5 – гідроізоляція; 6 – патрубок азбоцементної труби;  
7 – фланець

Відвідні труби від стояків перед відкритим випуском мають обладнуватися гідравлічним затвором (рис. 1.4). Гідравлічний затвор слід установлювати у приміщеннях із температурою в зимовий період +5 °С. Відкритий випуск, який проходить у зовнішній стіні, ізолюють шаром мінеральної вати товщиною 50 мм, а отвір обробляють із зовнішнього і внутрішнього боків бетоном і штукатурять. Для відведення води від будівлі при відкритому випуску облаштовують бетонні лотки.

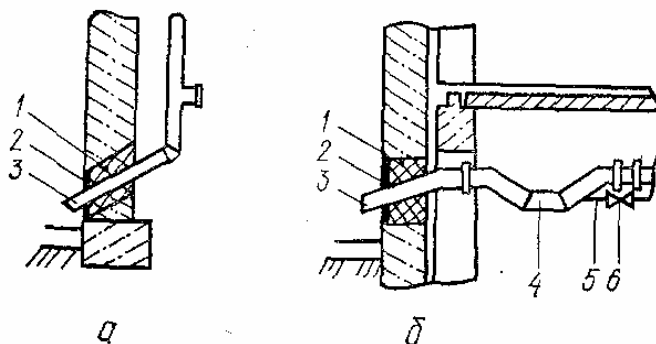


Рис. 1.4 – Відкриті випуски водостоків:

*a* – без гідрозатвору; *б* – з гідрозатвором; 1 – шар теплоізоляції; 2 – цементні стяжки; 3 – труби випуску; 4 – гідрозатвор; 5 – труба для відводу талих вод; 6 – кран

### Визначення розрахункових витрат побутових стічних вод

Витрати побутових стічних вод залежать від кількості мешканців і норми водовідведення побутових вод. Витрата виробничих стічних вод залежить від кількості продукції та норми водовідведення.

Нормою водовідведення називається добова витрата стічних вод на 1 мешканця, який використовує каналізацію, або на одиницю продукції, що випускається підприємством. Норма водовідведення дорівнює нормі водоспоживання. Стічні води надходять до мережі нерівномірно в окремі дні й в окремі години доби. Нерівномірність їхнього надходження характеризується ступінчастим графіком, який аналогічний графіку водоспоживання.

Для обчислення розрахункових витрат замість коефіцієнтів добової нерівномірності  $K_{\text{доб}}$  і годинної нерівномірності  $K_{\text{год}}$  використовують загальний коефіцієнт нерівномірності:

$$K_{\text{заг}} = K_{\text{доб}} \cdot K_{\text{год}} \quad (1.1)$$

Загальний коефіцієнт нерівномірності побутових стічних вод залежить від їхньої середньої секундної витрати:

Таблиця 1.1 – Загальний коефіцієнт нерівномірності побутових стічних вод

Середня витрата, л/с	5	15	30	50	100	200	800
$K_{\text{заг}}$	3	2,5	2	1,8	1,6	1,4	1,2



Середньодобова витрата, м<sup>3</sup>/доб., визначається за формулою:

$$Q_{\text{сер.доб.}} = \frac{q_n \cdot N}{1000}, \quad (1.2)$$

де  $q_n$  – питоме водовідведення від одного мешканця на добу, л/чол., залежить від благоустрою житла, кліматичних умов;  $N$  – розрахункова кількість мешканців.

Середня секундна витрата, л/с, визначається за формулою:

$$q_{\text{сер.сек.}} = \frac{q_n \cdot N}{24 \cdot 3600}. \quad (1.3)$$

Каналізаційну мережу розраховують на пропуск максимальної секундної витрати за формулою:

$$Q_{\text{макс.сек.}} = q_{\text{сер.сек.}} \cdot K_{\text{заг.}}. \quad (1.4)$$

**Приклад 1.1.** Визначити витрати стічних вод від населення і виробничих стічних вод. Вихідні дані: загальна площа забудови – 252,2 га. Щільність населення на розрахунковий період – 295 чол./га.

Розрахункове населення міста:

$$N = P \cdot F = 295 \cdot 252,2 = 74399,$$

де  $P$  – щільність населення, чол/га;

$F$  – площа території міста, га (визначається за генпланом).

Приймаємо розрахункове населення 74400 чол.

Якщо по трубопроводу транспортується тільки сток від населення міста, то розрахункова витрата визначається за формулою 1.4:

$$Q_{\text{макс.сек.}} = q_{\text{сер.сек.}} \cdot K_{\text{заг.}},$$

де  $q_{\text{сер.сек.}}$  – секундна витрата води, л/с;  $K_{\text{заг.}}$  – загальний коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод, приймають за табл. 1.1, залежно від середньосекундної витрати.

Якщо по трубопроводу транспортуються стічні води від населення міста і промислових підприємств, то розрахункова витрата визначається за формулою

$$Q = Q_{\text{макс.сек.}} + Q_{\text{п.п.}},$$

де  $Q_{\text{п.п.}}$  – витрата від промислових підприємств, л/с.

Витрата стічних вод від населення

Середньодобова витрата, м<sup>3</sup>/доб., визначається за формулою (при  $q_p = 200$  л/чол.):

$$Q_{\text{сер.доб.}} = \frac{q_p \cdot N}{1000} = (200 \cdot 74400) / 1000 = 14880.$$

Середня секундна витрата, л/с, визначається за формулою:

$$q_{\text{сер.сек.}} = \frac{q_p \cdot N}{24 \cdot 3600} = (200 \cdot 74400) / (24 \cdot 3600) = 172,22.$$

Питоме водовідведення дорівнює питомому водоспоживанню, залежить від благоустрою житла, кліматичних умов.

Каналізаційну мережу розраховують на пропуск максимальної секундної витрати:

$$Q_{\text{макс.сек.}} = q_{\text{сер.сек.}} \cdot K_{\text{заг.}} = 172,22 \cdot 1,46 = 251,4$$

де  $K_{\text{заг.}}$  – загальний коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод, приймають за табл. 1.1, залежно від середньосекундної витрати. У нашому прикладі  $K_{\text{заг.}} = 1,46$ .

## **2. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ № 2.**

### **СИСТЕМА ВОДОПОСТАЧАННЯ:**

#### **ВОДОПРОВІДНІ МЕРЕЖІ , ВНУТРІШНІ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

**Мета практичних занять** – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи спроектувати водопровідні мережі; згідно з планом будинку запроектувати внутрішню систему холодного водопостачання.

#### **Водопровідні мережі.**

При роздільній прокладці розподільні колодязі водопровідної мережі прокладають у розділовій смузі вулиці на відстані  $\text{max } 2,5$  м від проїзної частини (рис. 2.1). Таке розташування водопровідної мережі уможливорює підключення пожежних машин до гідрантів. У разі неможливості прокладки водопровідної мережі на відстані, зазначеній вище, улаштовують спеціальні пожежні колодязі, до яких підводиться вода від основної мережі. Відстань між двома сусідніми пожежними гідрантами не має перевищувати 150 м. Якщо гідранти розміщують у колекторах або «зчіпках», то забезпечують під'їзди машин до них.

У загальноміському колекторі дозволяється розміщувати водопровідні лінії діаметром до 500 мм, а в мікрорайонних колекторах, технічних підпіллях і «зчіпках» – до 250 мм.

Спорудження в мікрорайоні висотних будинків (понад 9 поверхів) потребує облаштування підвищувальної насосної установки (ПНУ). Ця установка забезпечує підвищення напору води для висотних будинків. Устаткування ПНУ, зазвичай, розміщують у будівлі центрального теплового пункту (ЦТП). У мікрорайоні допускається двозонне водопостачання. П'яти- і дев'ятиповерхові будинки забезпечуються водою з міської мережі (1 зона), а будинки, що мають більше 9 поверхів, отримують воду з більшим напором від ПНУ з мікрорайонної мережі (2 зона). На ввіді водопроводу в технічні підвали будинків влаштовують водомірний вузол. При прокладці розвідних водопровідних ліній, по технічних підпіллях і прохідних «зчіпках», водоміри встановлюють на кожному стояку. Можливе встановлення водомірів у кожній квартирі. Стояки водопроводу прокладають у нішах або відкрито в санітарних вузлах або ванних кімнатах.

Приклади трасування водогінних мереж наведені на рис. 2.1 – 2.4.

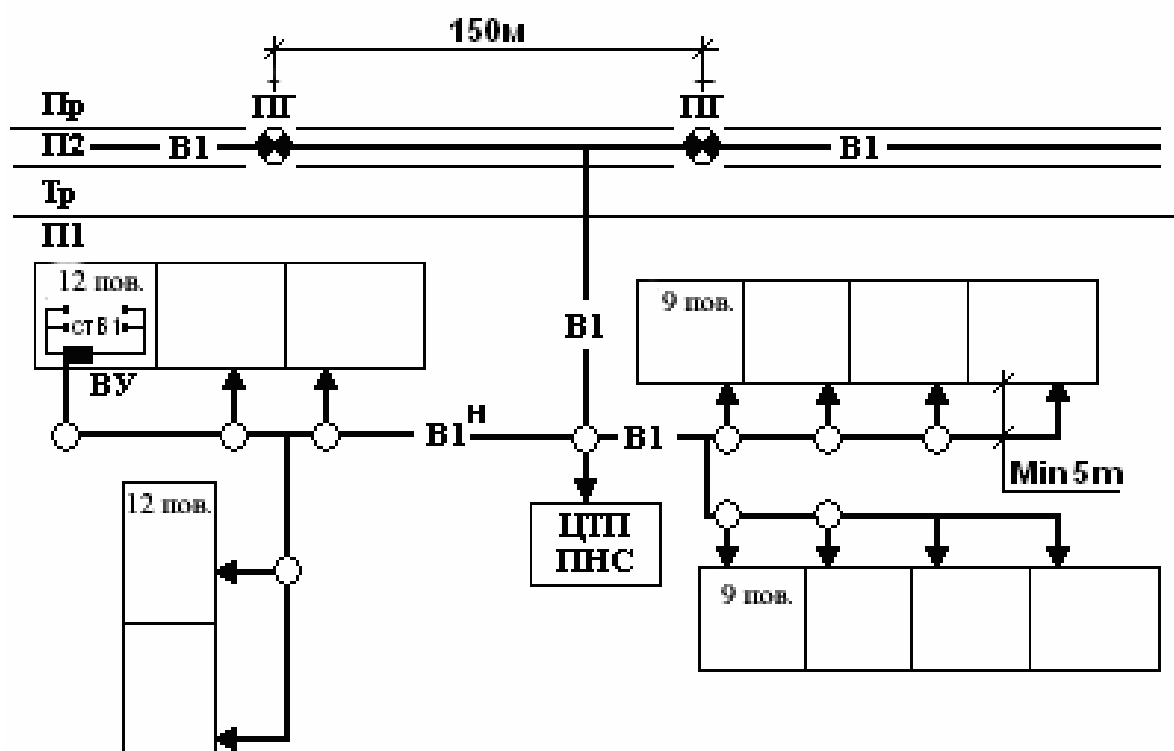


Рис. 2.1 – Роздільний метод прокладання водогінних мереж

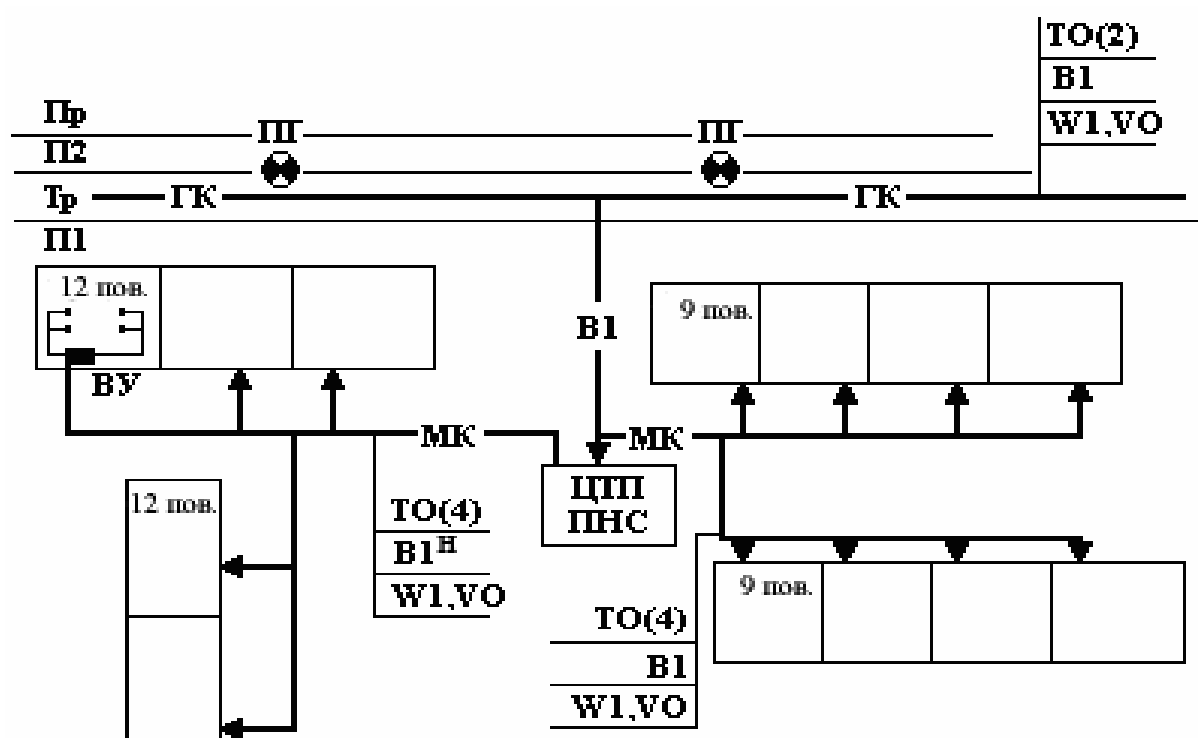


Рис. 2.2 – Суміщений метод прокладання водогінних мереж у ГК і МК

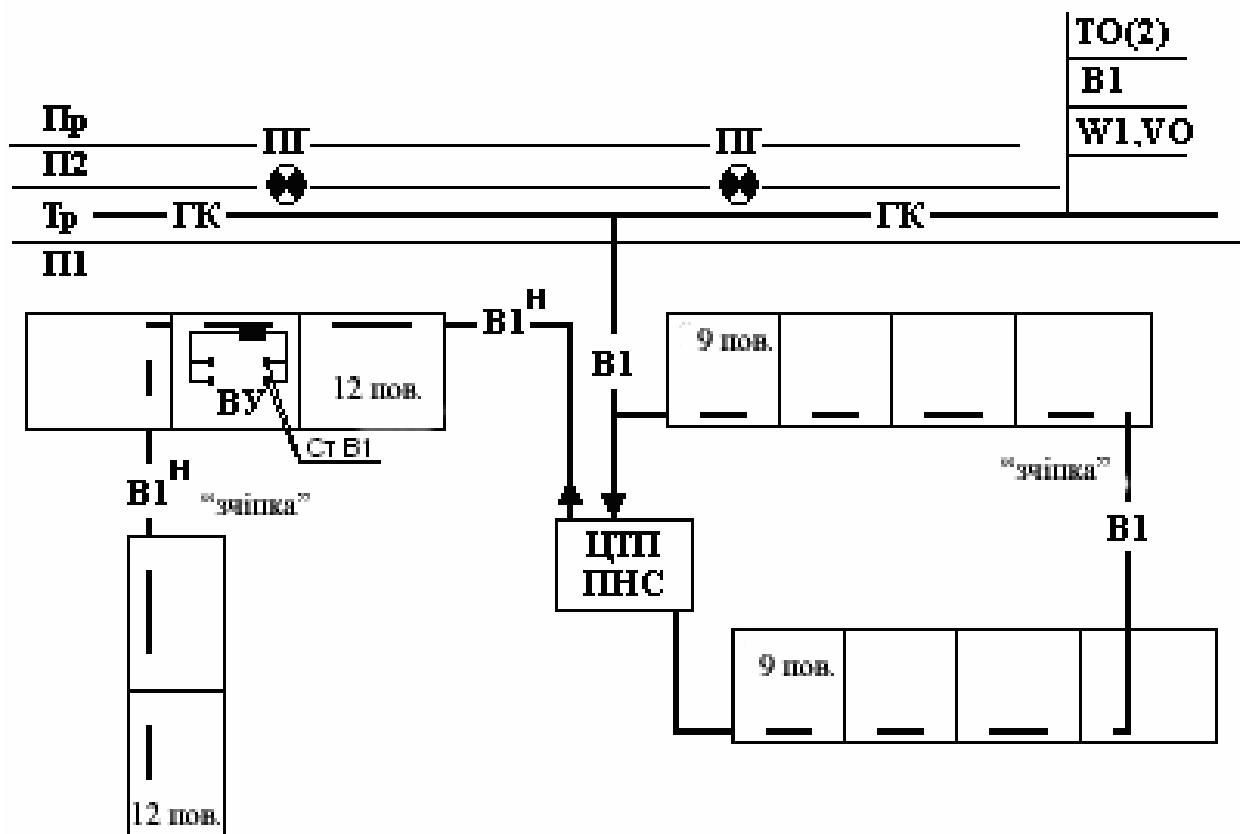


Рис. 2.3 – Суміщений метод прокладання в ГК по технічних підпіллях і «зчіпках»

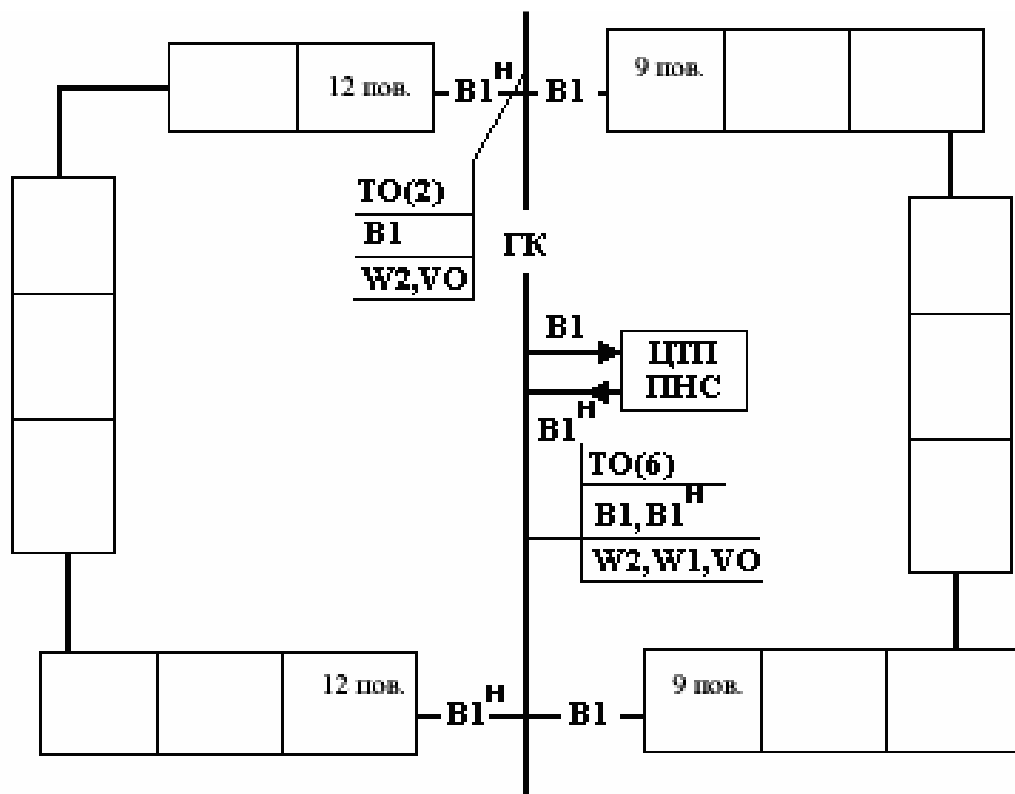


Рис. 2.4 – Суміщений метод прокладання в ГК, що проходить по території мікрорайону

## Внутрішні системи холодного водопостачання

### *Призначення, класифікація і влаштування систем холодного водопостачання*

Система водопостачання будівель – це система трубопроводів, обладнання, арматура і контрольно-вимірювальні прилади, які забезпечують подачу води з зовнішнього водопроводу до водорозбірних приладів із потрібним напором.

У житлових і громадських будівлях влаштовують господарсько-питний і протипожежний або об'єднаний водопроводи.

Система водопостачання залежно від способу утворення напору поділяється на напірні системи, які діють під напором у зовнішньому водопроводі; із водонапірним баком без підвищувальної насосної установки; з підвищувальною насосною установкою без водонапірного бака і з підвищувальною насосною установкою та водонапірним баком.

Системи, що діють під напором у зовнішньому водопроводі (рис. 2.5, а), застосовують, коли тиск у зовнішній мережі достатній для нормальної роботи внутрішнього водопроводу. Якщо ж гарантований напір недостатній у години найбільшого водоспоживання (а в інші години доби напір вище потрібного для будівлі), застосовують системи з водонапірним баком без підвищуючої насосної установки (рис. 2.5, б). Системи з підвищуючою насосною установкою без водонапірного баку (рис. 2.5, в) застосовують у тих випадках, коли напір у зовнішній мережі буває недостатнім для подачі води до всіх водорозбірних точок будівлі. Ті ж самі системи з водонапірним баком (рис. 2.5, г) зазвичай влаштовують тоді, коли напір у зовнішньому водопроводі недостатній для роботи системи холодного водопостачання, а постійна робота насосів недоцільна через нерівномірність водоспоживання в будівлі.

Система холодного водопостачання будівель складається з водопровідного вводу з водомірним вузлом, розвідних магістральних трубопроводів, стояків (розподільних трубопроводів), підводок до приладів і арматури, може включати водонапірний бак і насосну установку.

Улаштування систем водопостачання будівель повинно відповідати вимогам СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

### *Ввід*

Глибина закладання вводу має бути на 0,5 м більше глибини промерзання ґрунту.

При прокладці труб в каналах, які пов'язують технічні підпілля й підвали декількох житлових будинків, труби монтують на опорах.

У прохідних каналах труби водопроводу зазвичай розташовують під трубопроводами інших комунікацій внизу колектора.

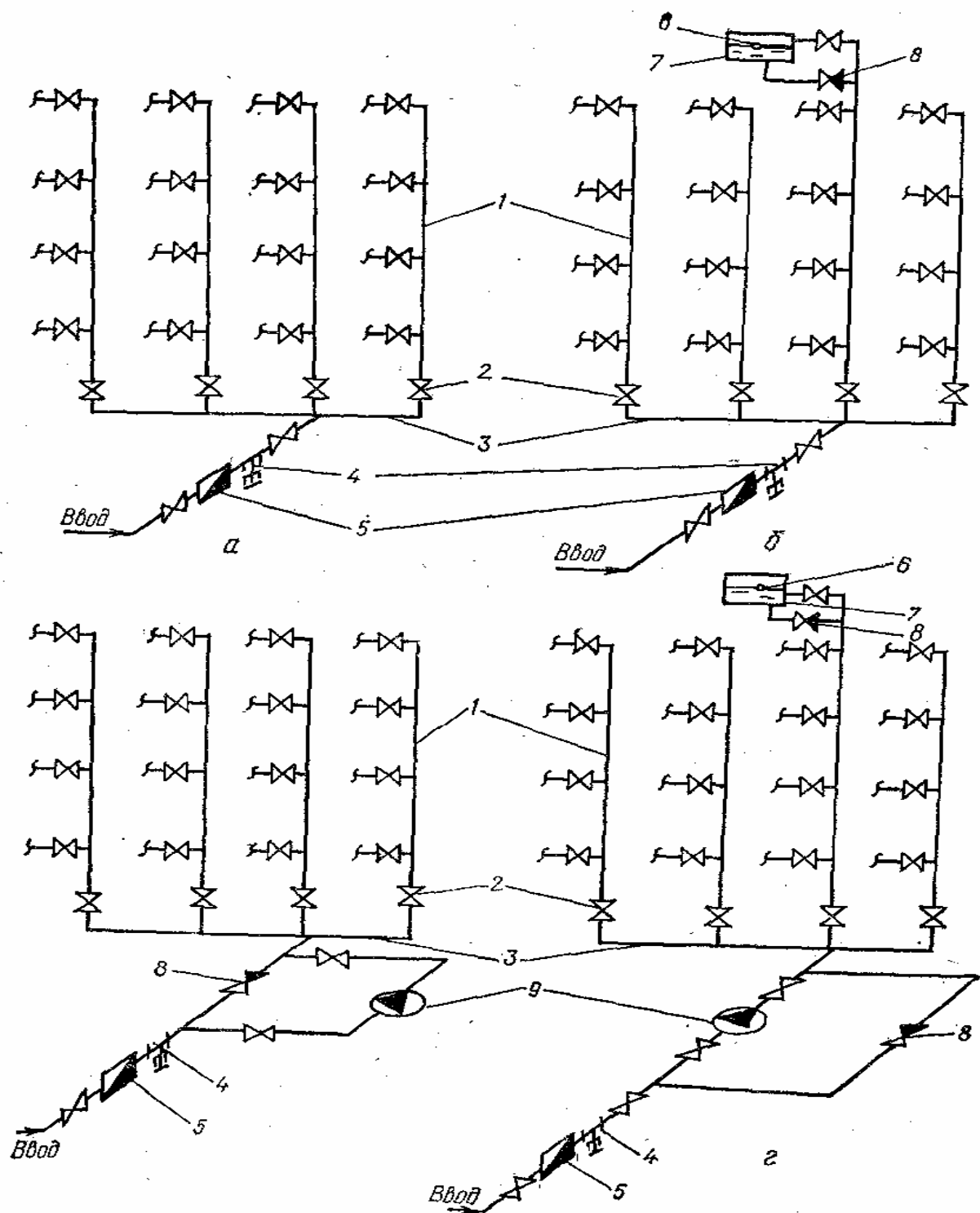


Рис. 2.5 – Система водопостачання будівлі:

*а* – діюча під напором у зовнішньому водопроводі; *б* – із водонапірним баком;  
*в* – із підвищуючою насосною установкою; *г* – із насосною установкою і водо-  
напірним баком; 1 – стояки; 2 – вентилі; 3 – розвідні магістральні трубопро-  
ди; 4 – трійники з різьбовою пробкою; 5 – водоміри; 6 – шарові крани; 7 – во-  
донапірні баки; 8 – зворотні клапани; 9 – насоси

### 3. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3.

#### ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА ГОСПОДАРСЬКО – ПИТНІ ПОТРЕБИ НАСЕЛЕННЯ РАЙОНУ МІСТА, НА КОМУНАЛЬНІ ПОТРЕБИ МІСТА, НА ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ

**Мета практичних занять** – закріпити лекційний і додатковий матеріал: визначити розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби населення району міста, на комунальні потреби міста, на гасіння пожежі.

#### **Визначення витрати води на господарсько-питні потреби населення району міста**

Розрахункова (середня за рік) витрата води на господарсько-питні потреби населення визначається залежно від розрахункової кількості мешканців і норм водоспоживання, м<sup>3</sup>/с:

$$Q_{\text{доб.ср.}} = \frac{q_{\text{ж}} \cdot N}{1000}, \quad (3.1)$$

де  $q_{\text{ж}}$  – питома водоспоживання (залежить від ступеня благоустрою будівлі);

$N$  – розрахункова кількість мешканців у районі житлової забудови, чол.

Розрахункова витрата найбільшого водоспоживання на добу, м<sup>3</sup>/добу:

$$Q_{\text{доб.мак}} = K_{\text{доб.мак}} \cdot Q_{\text{доб.ср.}}, \quad (3.2)$$

де  $K_{\text{доб.мак}}$  – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання, який ураховує спосіб життя населення, режим роботи підприємств, ступінь благоустрою будівель, приймають рівним 1,1 – 1,3.

Розрахункова годинна витрата найбільшого водоспоживання, м<sup>3</sup>/год.:

$$Q_{\text{год.мак}} = \frac{K_{\text{год.мак}} \cdot Q_{\text{доб.мак}}}{24}, \quad (3.3)$$

де  $K_{\text{год.мак}}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання:

$$K_{\text{год.мак}} = \alpha_{\text{мак}} \cdot \beta_{\text{мак}}, \quad (3.4)$$

де  $\alpha_{\text{мак}}$  – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будівель та інші місцеві умови, приймають рівним 1,2 – 1,4;

$\beta_{\text{мак}}$  – коефіцієнт, що враховує кількість мешканців у населеному пункті (табл. 3.1 ).

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта  $\beta_{\max}$ 

Кількість мешканців, тис. чол.	Коефіцієнт $\beta_{\max}$
1	2
1,5	1,8
2,5	1,6
4	1,5
6	1,4
10	1,3
20	1,2
50	1,15
100	1,1
300	1,05
1000 і більше	1

Розрахункова секундна витрата, л/с,

$$Q_{\text{сек. max}} = \frac{Q_{\text{год. max}}}{3,6}. \quad (3.5)$$

### Визначення витрати води на комунальні потреби міста

Розрахункова секундна витрата на полив:

$$Q_{\text{пол.}} = \frac{1000 \cdot (F_{\text{зел.}} q_{\text{зел.}} + F_{\text{тер.}} q_{\text{тер.}}) \cdot n \cdot K}{86400}, \quad (3.6)$$

де  $F_{\text{зел.}}$  – площа зелених насаджень, га;

$q_{\text{зел.}}$  – норма витрати води на одну поливку, л/м<sup>2</sup>;

$F_{\text{тер.}}$  – площа удосконалених покриттів проїздів і майданів, га;

$q_{\text{тер.}}$  – норма витрати води на одну поливку покриттів майданів, проїздів, л/м<sup>2</sup>;

$n$  – кількість поливів на добу;

$K$  – коефіцієнт нерівномірності, приймають рівним для великих міст – 2, для малих і середніх – 4.

Умовно можна прийняти такий поділ міст за кількістю населення, тис.чол.:

- маленькі міста: 20 – 50;
- середні: 50 – 100;
- великі: 100 – 500;
- крупні: > 500.

Витрату води на полив удосконалених покриттів, проїздів, тротуарів, майданчиків населеного пункту, територій підприємств і зелених насаджень визначають за таблицею 3.2.



Таблиця 3.2 – Витрата води на полив

Найменування процесу	Одиниця вимірювання	Витрата води на полив, л/м <sup>2</sup>
1. Механізована мийка удосконалених покриттів проїздів і майданчиків	1 мийка	1,2 – 1,5
2. Механізований полив удосконалених покриттів проїздів і майданчиків	1 поливка	0,3 – 0,4
3. Полив вручну (із шлангів) удосконалених покриттів тротуарів і проїздів	Те саме	0,4 – 0,5
4. Полив міських зелених насаджень	1 поливка	3 – 4
5. Полив газонів і квітників	Те саме	4 – 6

### Визначення витрати води на гасіння пожежі

Витрати води, л/с, на гасіння пожежі для населеного пункту визначають, виходячи з кількості населення і характеру забудови:

$$Q_{\text{пож.}} = q_{\text{пож.}} \cdot n + q'_{\text{пож.}} \quad (3.7)$$

Тривалість пожежі в населених місцях і на підприємствах умовно дорівнює трьом годинам. Тому повна витрата на погашення пожежі визначається за формулою:

$$Q_{\text{пож.}} = 10,8(q_{\text{пож.}} \cdot n + q'_{\text{пож.}}) \quad (3.8)$$

де  $q_{\text{пож.}}$  – розрахункова витрата води на гасіння однієї зовнішньої пожежі, приймають за таблицею 3.3;

$n$  – кількість одночасних пожеж (табл. 3.3);

$q'_{\text{пож.}}$  – розрахункова витрата води на внутрішнє гасіння пожежі, приймають рівною 10 л/с.

Таблиця 3.3 – Витрата води на гасіння пожежі

Кількість мешканців у населеному пункті, тис. чол.	Розрахункова кількість одночасних пожеж	Витрата води на зовнішнє гасіння пожежі в населених пунктах, л/с	
		Забудова спорудами заввишки до двох поверхів включно незалежно від їхнього ступеня вогнестійкості	Забудова спорудами заввишки три поверхи та вище незалежно від ступеня їхньої вогнестійкості
5	1	10	10
10	1	10	15
25	2	10	15
50	2	20	25

**Приклад 3.1.** Визначити витрати води на господарсько-питні потреби населення міста, на комунальні потреби міста та на гасіння пожеж при загальній площі забудови 252,2 га. Щільність населення на розрахунковий період – 295 чол./га.

У населеному пункті воду витрачають на господарсько-питні потреби населення ( $Q_1$ ), комунальні потреби ( $Q_2$ ), гасіння пожеж ( $Q_3$ ), на потреби промислових підприємств ( $Q_4$ ):

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Розрахункове населення міста:

$$N = P \cdot F = 295 \cdot 252,2 = 74399,$$

де  $P$  – щільність населення, чол./га;

$F$  – площа території міста, га (визначають за генпланом).

Приймаємо розрахункове населення 74400 чол.

Визначення витрати води на господарсько-питні потреби населення районів міста ( $Q_1$ ).

Добова витрата води на господарсько-питні потреби населення залежить від розрахункової кількості мешканців і норм водоспоживання. Знаходимо за (3.1):

$$(200 \cdot 74400) / 1000 = 14880 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Протягом року витрата води змінюється залежно від сезону і днів тижня. Водопровід розраховують на максимальну добову витрату (3.2):

$$1,1 \cdot 14880 = 16368 \text{ м}^3/\text{с}.$$

При визначенні максимальної годинної витрати необхідно знайти значення коефіцієнта годинної нерівномірності із залежності (3.3;3.4) і таблиці 3.1. Приймаємо  $\alpha=1,2$ ,  $\beta=1,12$ .

$$K_{\text{год. max}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \beta_{\text{max}} = 1,2 \cdot 1,12 = 1,344;$$
$$Q_{\text{год. max}} = \frac{K_{\text{год. max}} \cdot Q}{24} = (16368 \cdot 1,344) / 24 = 916,608 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Розрахункову секундну витрату води на господарсько-питні потреби, л/с, визначають за (3.5):

$$Q_{\text{сек. max}} = \frac{Q_{\text{год. max}}}{3,6} = 916,608 / 3,6 = 254,6 \text{ л/с}.$$

Визначення витрати води на комунальні потреби міста ( $Q_2$ )

До комунальних потреб міста відносять полив зелених насаджень і механізовану мийку удосконалених покриттів проїздів. При відсутності даних про

площі за видами благоустрою витрату води можна визначити, виходячи з норми 50-90 л стоку на одного мешканця, або для територій – 0,5 л/м<sup>2</sup>; майданів, проїздів і зелених насаджень – 4 л/м<sup>2</sup>, як показано у формулі (3.6). Витрату води на полив удосконалених покриттів, проїздів, тротуарів, майданів населеного пункту, територій підприємств і зелених насаджень визначають за табл. 3.2.

Добову витрату води на полив знаходять з розрахунку 70 л на одного мешканця:

$$Q_{\text{пол}}=74400 \cdot 70/1000=5208 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Визначення витрат води на гасіння пожежі ( $Q_3$ )

Витрати води, л/с, на гасіння пожежі для населеного пункту визначають, виходячи з кількості населення й характеру забудови за формулою (3.7):

$$Q_{\text{пож.}} = q_{\text{пож.}} \cdot n + q'_{\text{пож.}} = (30 \cdot 20) + 10 = 70 \text{ л/с.}$$

де  $q_{\text{пож.}}$  - розрахункова витрата води на гасіння однієї зовнішньої пожежі, приймають за табл. 3.3;

$n$  – кількість одночасних пожеж (табл. 3.3);

$q'_{\text{пож.}}$  - розрахункова витрата води на внутрішнє гасіння пожежі, приймають рівною 10 л/с.

Витрати води на потреби промислових підприємств ( $Q_4$ ) – не враховують.

#### **4. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ № 4.**

##### **СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ:**

##### **ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ, СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

**Мета практичних занять** – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи запроектувати теплові мережі та розташувати ЦТП; згідно з планом будинку запроектувати внутрішні інженерні системи: опалення та гарячого водопостачання.

#### **Теплові мережі**

Джерелом теплоти в мікрорайоні є центральний тепловий пункт (ЦТП), що отримує воду з температурою  $t_{\text{п}}=130\text{--}150^\circ\text{C}$  від ТЕЦ або районної котельні [1; 4; 6–9]. У будинку за допомогою водопідігрівачів відбувається приготування гарячої води ( $t_{\text{гв}}=55^\circ\text{C}$ ) для господарських потреб. Крім того, ЦТП здійснює розподіл теплоносія із  $t_{\text{п}}=130\text{--}150^\circ\text{C}$  індивідуальними тепловими пунктами (ІТП), розміщеними в технічних підпіллях будинків, а також виконує низку інших допоміжних функцій. В ІТП температура теплоносія знижується до  $t_{\text{п}}=95\text{--}105^\circ\text{C}$ , після чого гаряча вода надходить до системи опалення будинків. Розміри ЦТП

визначають залежно від теплової потужності. Розподільчі мережі, що забезпечують подачу теплоносія до ЦТП, і мережі, що розводять теплоносій від ЦТП до ІТП будинків мікрорайону, можуть прокладатися безканально, у непрохідних каналах, колекторах, технічних підпіллях будинків і «зчіпках».

Приклади трасування теплових мереж наведені на рис. 4.1 – 4.3:

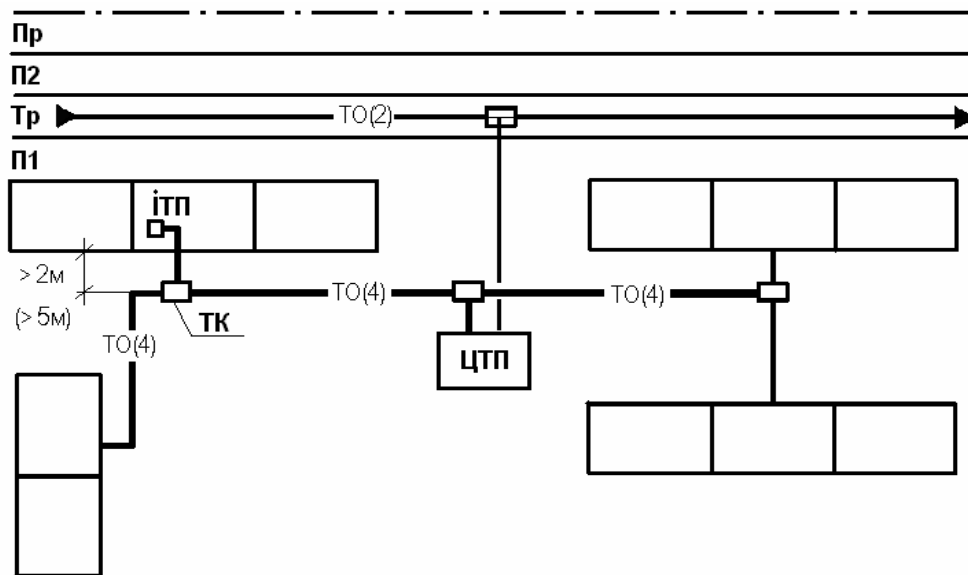


Рис. 4.1 – Роздільний метод прокладки теплових мереж

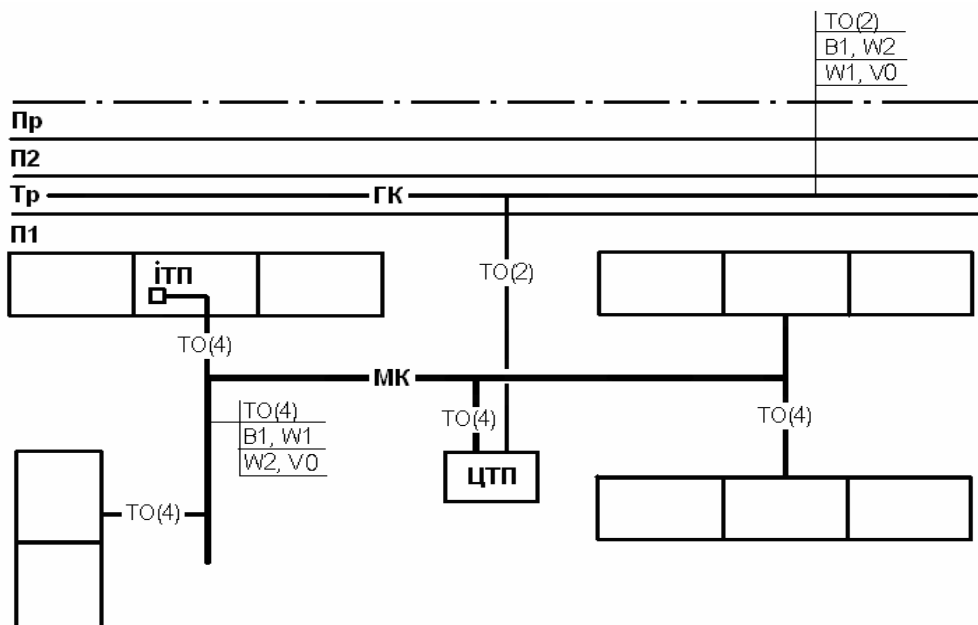


Рис. 4.2 – Суміщений метод прокладки теплових мереж  
Рс – ГК, Рз – МК

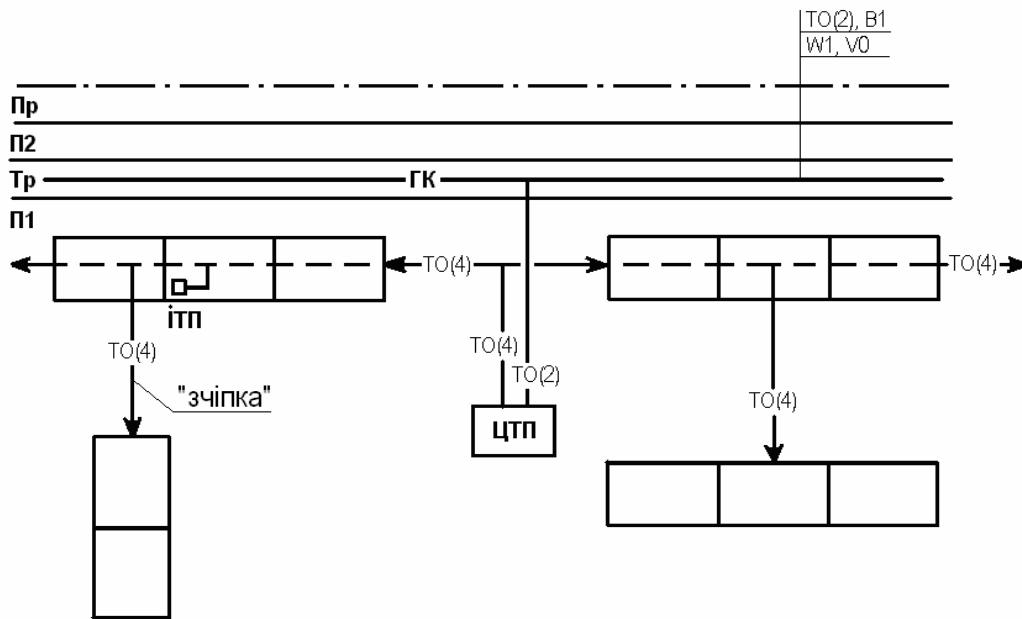


Рис. 4.3 – Суміщений метод прокладки теплових мереж  
Рс – ГК, Рз – технічні підпілля і «зчіпки»

## Внутрішні інженерні системи

### *Призначення, класифікація й облаштування систем опалення*

Система опалення будівлі призначена для підтримання необхідної (розрахункової) температури повітря у приміщенні незалежно від коливань температури зовнішнього повітря при виконанні санітарно-гігієнічних вимог.

#### *Вимоги до систем опалення*

**Санітарно-гігієнічні.** Системи опалення мають забезпечувати всередині приміщення задану температуру повітря рівномірно обсягу робочої зони приміщення. Температури внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожень і нагрівальних приладів мають перебувати у межах норми. Система має бути безпечною та безшумною в роботі, підтримувати найменше забруднення шкідливими виділеннями приміщень і атмосферного повітря.

**Економічні.** Системи опалення мають забезпечувати мінімум витрат на спорудження й експлуатацію. Показниками економічності є також витрата матеріалу, витрати праці на виготовлення та монтаж. Економічність системи визначається техніко-економічним аналізом варіантів різних систем й обладнання, яке застосовується.

**Будівельні.** Системи опалення мають відповідати архітектурно-планувальним рішенням приміщень. Розташування опалювальних елементів має бути пов'язано з будівельними конструкціями.

**Монтажні.** Елементи систем опалення мають виготовлятися переважно в заводських умовах, деталі уніфіковані, витрати праці на збірку мінімальні.

*Експлуатаційні.* Система опалення має бути надійною в підтриманні заданих температур повітря. Надійність системи обумовлюється її довговічністю, безвідмовністю, простотою регулювання, керування та ремонту.

#### *Класифікація систем опалення*

Розрізняють *місцеві* й *центральні* системи опалення.

До *місцевих* відносять системи, у яких всі елементи об'єднані в одному пристрої і призначені для обігріву одного приміщення. До місцевих систем зараховують пічне опалення, газове (при спалюванні палива в місцевому пристрої) й електричне.

*Центральні* системи обігрівають низку приміщень від джерела (котельня, ТЕЦ), у якому виробляється теплота, яка передається теплоносієм до нагрівальних приладів приміщень, що опалюються.

За видом теплоносія системи опалення поділяють на системи *водяного, газового, парового, електричного та повітряного* опалення.

У *водяних* і *парових* системах теплоносієм – вода або пара – нагрівається в генераторі теплоти і передається по трубопроводах до нагрівальних приладів.

У *повітряних* системах нагріте повітря надходить безпосередньо до приміщення із розподільних каналів або опалювальних агрегатів, розташованих у самому приміщенні.

За способом пересування теплоносія центральні системи опалення поділяють на системи з *природною циркуляцією* і системи з *механічним збудженням* (примусова циркуляція).

#### *Основні схеми водяних систем опалення*

Водне радіаторне опалення отримало наразі найбільшого поширення. Радіаторні системи водяного опалення надійні, безшумні, прості та зручні в експлуатації, можуть мати значний радіус дії. Досвід експлуатації водяних радіаторних систем показав їхні високі гігієнічні й експлуатаційні властивості.

Системи водного радіаторного опалення класифікують за декількома ознаками.

За способом утворення циркуляції водяні радіаторні системи поділяють на системи з *природною циркуляцією* (гравітаційні) і зі *штучною циркуляцією* (насосні).

У системах із природною циркуляцією рух води здійснюється внаслідок різниці щільності гарячої води, яка надходить у систему, й охолодженої води після нагрівальних приладів.

У системах зі *штучною циркуляцією* рух води відбувається внаслідок перепаду тиску, який створює насос.

Залежно від схеми з'єднання труб з нагрівальними приладами системи водного опалення поділяють на *двотрубні* і *однотрубні*.

У *двотрубній* системі кожний нагрівальний прилад приєднаний до загальних подавальних і зворотних трубопроводів індивідуально, при цьому всі опалювальні прилади принципово паралельні й рівноправні відносно один до одного.

В *однотрубних* системах опалення нагрівальні прилади одної гілки з'єднуються одною трубою так, що вода послідовно перетікає із одного приладу до іншого.

Залежно від місця прокладки магістральних трубопроводів системи поділяють на системи з *верхньою розводкою*, якщо подавальна магістраль прокладається вище нагрівальних приладів, і системи з *нижньою розводкою*, коли подавальна і зворотна магістралі лежать нижче приладів.

За розташуванням труб, які з'єднують нагрівальні прилади, системи поділяють на *вертикальні*, коли прилади приєднуються до вертикального стояка, і *горизонтальні*, коли прилади приєднуються до горизонтально розташованих трубопроводів.

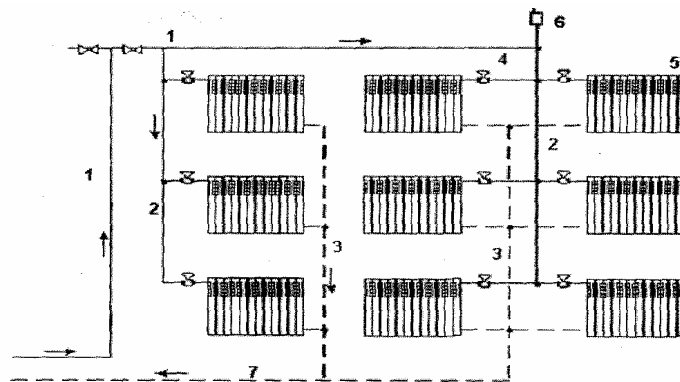


Рис. 4.4 – Двотрубна вертикальна система водяного опалення з верхньою розводкою:

1 – подавальна магістраль; 2 – стояки гарячої води; 3 – стояки зворотної води; 4 – крани у приладів; 5 – нагрівальні прилади; 6 – випуск повітря; 7 – зворотна магістраль

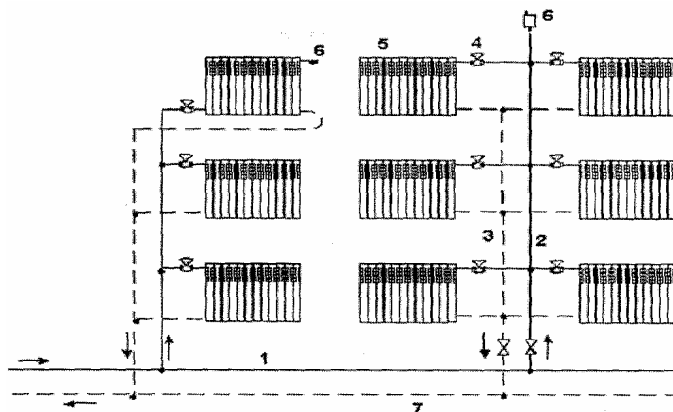


Рис. 4.5 – Двотрубна вертикальна система водяного опалення з нижньою розводкою:

1 – подавальна магістраль; 2 – стояки гарячої води; 3 – стояки зворотної води; 4 – крани у приладів; 5 – нагрівальні прилади; 6 – випуск повітря; 7 – зворотна магістраль

У *вертикальній двотрубній* системі опалення з верхньою розводкою з одно- і двобічним приєднанням нагрівальних приладів гаряча вода із теплового

пункту подається до головного стояку, потім по горизонтальній магістралі розводиться до стояків і від них – до нагрівальних приладів. Охолоджена вода із нагрівальних приладів збирається в загальний зворотний стояк і далі через зворотну магістраль надходить до теплового пункту. Горизонтальні магістралі прокладають із нахилом 0,002. Нахили горизонтальних труб має забезпечувати вихід повітря із системи до верхніх точок, де воно буде видалене через пристрій видалення повітря.

У системі з *нижньою розводкою* магістральна лінія розташовується в нижній частині системи. Рух води по стояках відбувається знизу вверх. Повітря із системи видаляється через повітряні крани, які встановлюються на верхніх нагрівальних приладах, або за допомогою автоматичних повітрявідвідників, які встановлюються на стояках або спеціальних повітряних лініях.

*Однотрубні* системи наразі застосовують дуже широко, особливо в будівлях підвищеної поверховості. Порівняно з двотрубними системами довжина однотрубною системи складає 70 – 75 %.

Однотрубні системи виконують з *верхньою й нижньою розводкою*. Вони поділяються на три типи залежно від способу підключення приладів: проточні, проточні з нерегульованим байпасом і проточні з регульованим байпасом. Повітря випускається у верхніх точках системи через автоматичні повітрявідвідники або ручні крани.

*Горизонтальні схеми* застосовують у будівлях великої протяжності та в разі необхідності забезпечення індивідуального обліку теплоти й регулювання квартирних систем опалення. Магістралі горизонтальних схем прокладають у зручних місцях, зазвичай у допоміжних приміщеннях. Горизонтальні системи бувають однотрубними (рис. 4.6) і двотрубними (рис. 4.7).

У зв'язку з розвитком домобудування з вільним плануванням використовуються горизонтальні двотрубні колекторні системи опалення (рис. 4.8).

Розрахункову температуру гарячої води в системах опалення житлових, громадських і адміністративних приміщень приймають 95 – 105 °С, у дитячих і лікувальних закладах – 85 °С, у виробничих приміщеннях – до 150 °С. Температуру зворотної води зазвичай приймають у 70 °С.

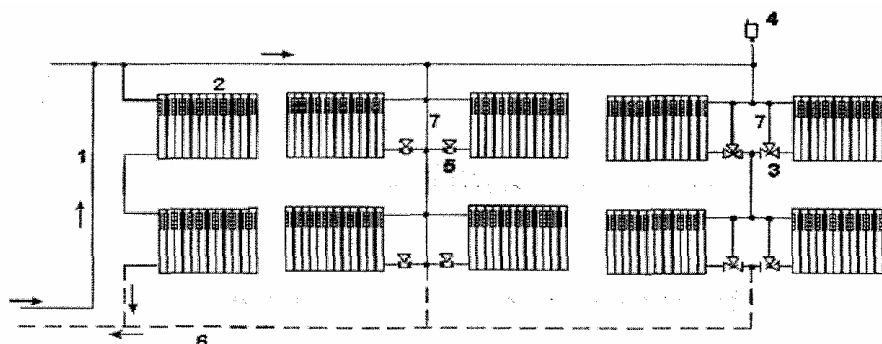


Рис. 4.6 – Схема однотрубною системи опалення з верхньою розводкою:

- 1 – магістраль гарячої води; 2 – нагрівальний прилад; 3 – трьохходовий кран;
- 4 – випуск повітря; 5 – регульовальний кран; 6 – магістраль зворотної води;
- 7 – замикаюча ділянка



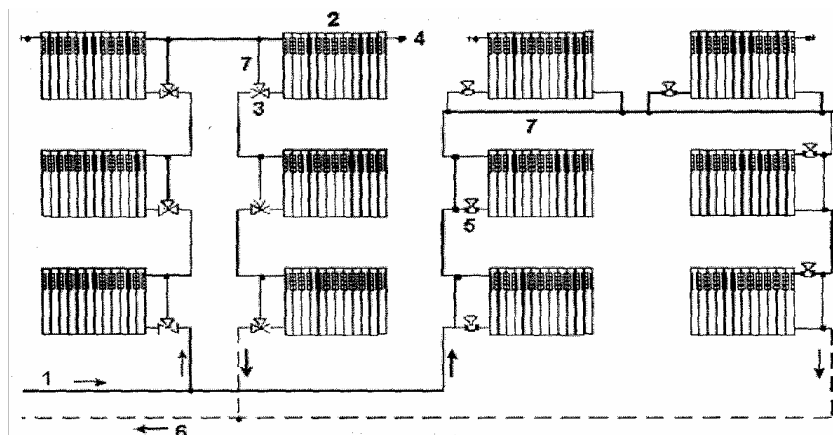


Рис. 4.7 – Схема однотрубної системи опалення з нижньою розводкою і П-подібними стояками:

1 – магістраль гарячої води; 2 – нагрівальний прилад; 3 – трьохходовий кран; 4 – випуск повітря; 5 – регулювальний кран; 6 – магістраль зворотної води; 7 – замикаюча ділянка

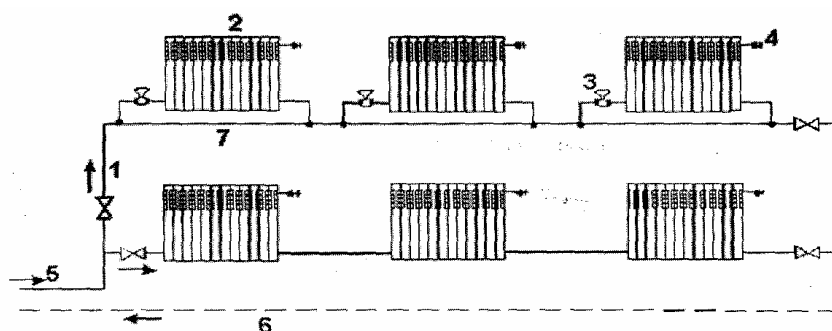


Рис. 4.8 – Схема горизонтальної однотрубної системи опалення:

1 – стояк; 2 – нагрівальні прилади; 3 – регулювальний кран; 4 – випуск повітря; 5 – подавальна магістраль; 6 – зворотна магістраль; 7 – замикаюча ділянка

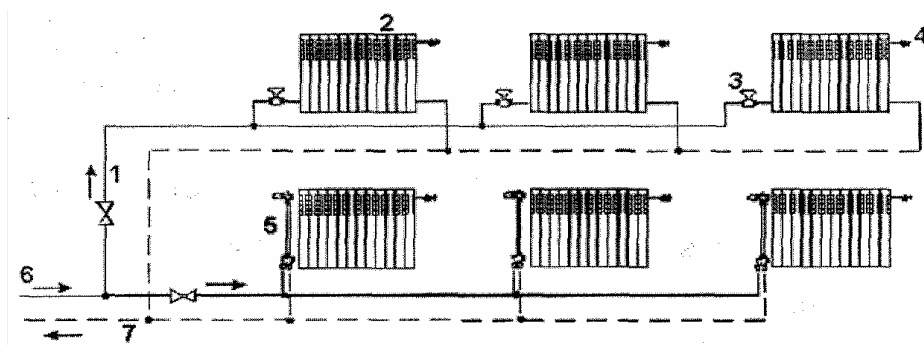


Рис. 4.9 – Схема горизонтальної двотрубної системи опалення:

1 – стояк; 2 – нагрівальні прилади; 3 – регулювальний кран; 4 – випуск повітря; 5 – регулювальна арматура; 6 – подавальна магістраль; 7 – зворотна магістраль

## *Призначення, облаштування і класифікація систем гарячого водопостачання будівель*

Система гарячого водопостачання будівель призначена для безперебійної подачі води з температурою 50 – 75 °С у кількостях, необхідних для задоволення господарсько-побутових і виробничих потреб. Система гарячого водопостачання може бути *місцевою та централізованою*.

*Місцеву* систему гарячого водопостачання облаштовують у невеликих будівлях, де вода нагрівається у кожного споживача або для невеликої їхньої групи. Вода із системи холодного водопостачання подається до місцевого водонагрівача, де паливо, що згоряє, або інше джерело енергії нагріває воду. Гаряча вода надходить до споживача по розподільній мережі. У якості водонагрівачів використовують: змішувик, розташований у топчній камері кухонної газової плити; водогрійну колонку для ванн, яка працює на твердому паливі; газовий ємкісний водонагрівач; газовий проточний водонагрівач. Найбільш широке розповсюдження знайшли газовий ємкісний і газовий проточний водонагрівачі.

*Централізовані* системи гарячого водопостачання (ЦСГВ) будівель влаштовують за наявності ТЕЦ або районної котельні та приєднують до теплових мереж за *відкритою* або *закритою* схемами.

У *відкритій* схемі ЦСГВ гаряча вода споживачу надходить із трубопроводу теплової мережі, попередньо змішуючись із охолодженою водою у терморегуляторі.

У *закритій* схемі ЦСГВ, що найбільш розповсюджена, підготовка води, транспортування її до споживачів і підтримання циркуляції гарячої води з метою запобігання її втрат здійснюються в теплових пунктах: центральних – для групи будівель; індивідуальних – для однієї будівлі.

*Циркуляційна* ЦСГВ будівель складається із розвідних і циркуляційних магістральних трубопроводів, подавальних і циркуляційних стояків, які мають рушникосушки, перемички, підводки до приладів, арматуру, баки-акумулятори (якщо вони передбачені проектом), контрольно-вимірювальні й регулювальні прилади. У ЦСГВ без циркуляції води – циркуляційні розвідні магістралі, стояки та перемички відсутні.

У ЦСГВ із нижньою розводкою (рис. 4.10, а, б) циркуляційна магістраль 2 і циркуляційні стояки 4 прокладають паралельно розвідним магістралям 1 і подавальним стоякам 3. Магістралі проходять у підвалах або підлогових каналах. Недоліком цієї схеми є значна довжина трубопроводів.

У ЦСГВ із нижньою розводкою та секційними вузлами (рис. 4.10, в) на 3–8 подавальних стояків 3 прокладають один циркуляційний стояк 4, що дозволяє зменшити довжину трубопроводів системи. У будівлях висотою до 12 поверхів включно застосовують секційні вузли з нижньою розводкою, коли подавальні стояки 3 приєднують до розвідної магістралі 1, а циркуляційний стояк 4 – до перемички 7, яка прокладена на технічному поверсі будівлі або під стелею верхнього поверху.

Установлення водорозбірної арматури на циркуляційних стояках (рис. 4.10, г) знижує металоемність системи.

ЦСГВ із верхньою розводкою і секційними вузлами (рис. 4.10, д) використовують у будівлях висотою більше 12 поверхів. У цьому випадку гаряча вода із розвідної магістралі по головному стояку 8 надходить до кільцевої перемички 7. При цьому в технічному підпіллі циркуляційні стояки можуть бути за кільцьовані нижньою перемичкою, до якої приєднують циркуляційний магістральний трубопровід.

Улаштування системи гарячого водопостачання повинно відповідати вимогам СНиП 2.04.01-85.

При встановленні в системі гарячого водопостачання регуляторів температури і витрати, ці прилади у процесі пуску й наладки мають бути відрегульовані. Регулятор температури випробують на подачу в місцеву систему гарячої води температурою не вище 60 °С, а регулятор тиску – на пропуск максимальної розрахункової кількості води.

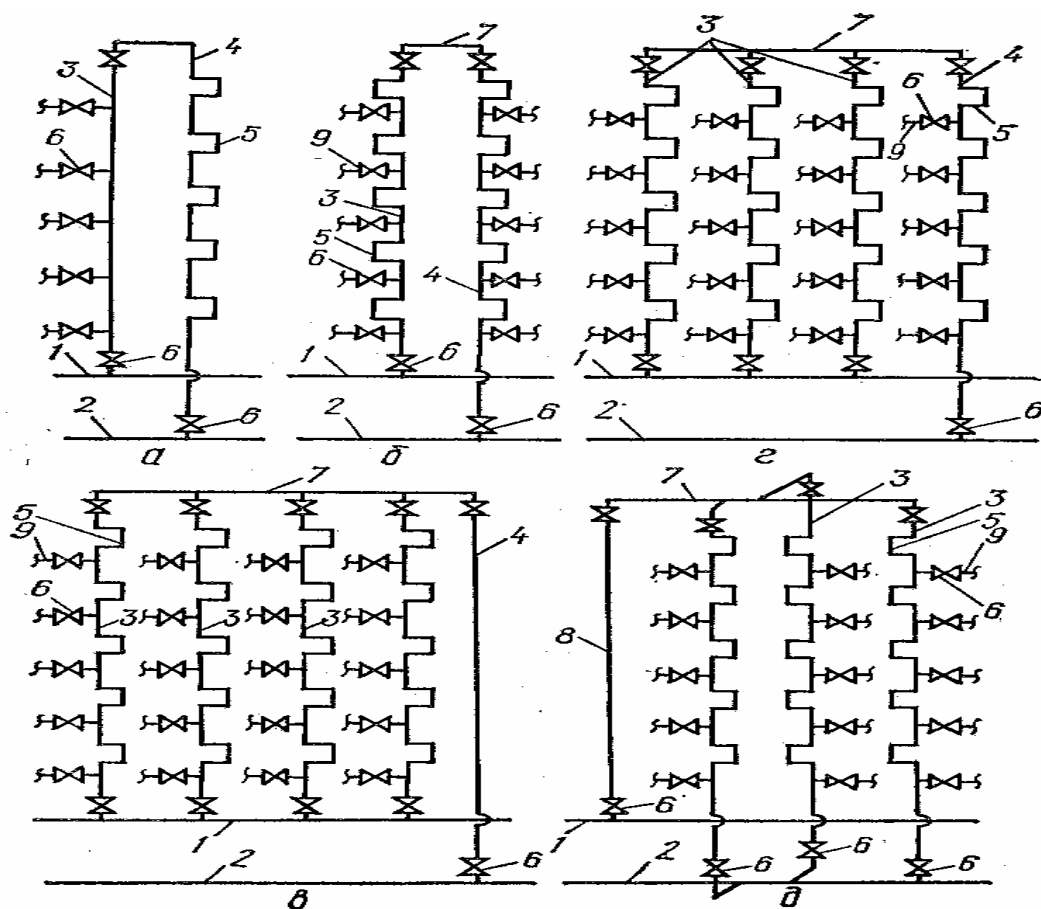


Рис. 4.10 – Схеми приєднання водорозбірних і циркуляційних стояків системи гарячого водопостачання будівель:

а – з нижньою розводкою й парно за кільцьованими стояками з водорозбірною арматурою на водорозбірному стояку; б – з нижньою розводкою й парно за кільцьованими стояками з водорозбірною арматурою, установленою на водорозбірному й циркуляційному стояках; в – з секційними вузлами з циркуляційним стояком; г – з секційними вузлами з циркуляційно-водорозбірним стояком; д – з верхньою розводкою; 1 – розвідні магістралі; 2 – циркуляційні магістралі; 3 – подавальні стояки; 4 – циркуляційні стояки; 5 – рушникосушарки; 6 – арматура; 7 – перемички; 8 – головний стояк; 9 – підводки

## 5. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5.

### РОЗРАХУНОК ВИТРАТ ТЕПЛОТИ НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ ТА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

**Мета практичних занять** – закріпити лекційний і додатковий матеріал: визначити розрахункові витрати теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.

Розрахунок витрат теплоти на потреби теплопостачання міста виконують за укрупненими показниками залежно від чисельності населення та житлової площі.

Максимальні витрати теплової енергії на опалення житлових і цивільних будинків:

$$Q_o = Q_o^{жс} + Q_o^{зр} = Q_o^{жс} \cdot \left(1 + \frac{Q_o^{зр}}{Q_o^{жс}}\right) = Q_o^{жс} \cdot (1 + K_1), \text{ Вт}, \quad (5.1)$$

де  $Q_o^{жс}$  – витрати теплоти на опалення житлових будинків;

$Q_o^{зр}$  – те саме громадських будинків;

$K_1 = \frac{Q_o^{зр}}{Q_o^{жс}}$  – коефіцієнт, що враховує витрати теплоти на опалення громадських будинків (приймається  $K_1=0,25$ ).

$$Q_o^{жс} = q_0 \cdot A, \text{ Вт}, \quad (5.2)$$

де  $q_0$  – укрупнений показник максимальної годинної витрати теплоти на опалення житлових будинків (обирають залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря (див. додаток 1,2), Вт/м<sup>2</sup>).

$A$  – житлова площа будинків мікрорайону, що визначається залежно від площі забудови мікрорайону  $F$  (обчислюють за генпланом з урахуванням масштабу) і щільності житлового фонду  $a$  (додаток 3) за формулою:

$$A = F \cdot a, \text{ м}^2. \quad (5.3)$$

Максимальні витрати теплової енергії на вентиляцію громадських будинків визначають за формулою:

$$Q_v = q_0 \cdot A \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.4)$$

де  $K_2=0,6$  – коефіцієнт, що враховує витрати теплоти на вентиляцію громадських будинків.

Середній тепловий потік на гаряче водопостачання визначають за формулою:

$$Q_{z, cp} = [1,2 \cdot m \cdot (a + b)(t_r - t_x) \cdot c] / (24 \cdot 3600), \quad (5.5)$$

де  $a$  – норма витрат гарячої води одним мешканцем на добу (додаток 4);

$b$  – норма витрат гарячої води для громадських споруд (приймається 25 л води на добу на 1 людину);

$t_r = 55^\circ\text{C}$  – температура гарячої води;

$t_x = 5^\circ\text{C}$  – температура холодної води;

$C=4187$  Дж/(кг  $^\circ\text{C}$ ) – питома теплоємність води;

$m$  – кількість жителів у мікрорайоні:

$$m = A / f_H, \quad (5.6)$$

де  $f_H$  – норма житлової площі на 1 людину (приймається  $21\text{ м}^2$  / люд.).

Максимальні витрати теплової енергії на гаряче водопостачання:

$$Q_z = 2,4 \cdot Q_{z, cp}, \text{ Вт}. \quad (5.7)$$

Теплове навантаження на ЦТП визначається як сума всіх видів споживання теплоти у мікрорайоні за формулою:

$$Q_{\text{ЦТП}} = Q_o + Q_v + Q_z. \quad (5.8)$$

Максимальне навантаження на один ЦТП не має перевищувати 26 МВт ( $26 \times 10^6$  Вт). Якщо має місце таке перевищення, у мікрорайоні необхідно розміщувати декілька ЦТП.

Теплове навантаження ТЕЦ дорівнює сумі теплових навантажень ЦТП мікрорайонів, які приєднані до джерела теплопостачання за допомогою теплових мереж:

$$Q_{\text{ТЕЦ}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{ЦТП}})_i. \quad (5.9)$$

Результати розрахунків зводять до таблиці за формою, наведеною нижче.

Таблиця 5.1 – Розрахунок теплових навантажень для мікрорайонів

№	F, га	A, м <sup>2</sup>	m, людини	Q <sub>o</sub> , Вт	Q <sub>v</sub> , Вт	Q <sub>г</sub> , Вт	Q <sub>ЦТП</sub> , Вт
1							
2							
і т. д.							

**Приклад 5.1.** Порівняти варіанти виконання теплової мережі, по якій здійснюється теплопостачання міста (розрахункова схема наведена на рис. 5.1). Для першого варіанта вибір діаметрів головної магістралі теплотраси здійснювати за умови, що питомі втрати тиску на ділянках не перевищують  $i \leq 5$  мм вод.ст./м, для другого  $5 < i < 8$  мм вод.ст./м, для третього  $i > 10$  мм вод.ст./м. Розрахунки виконати при нормі житлової площі  $18 \text{ м}^2$  на одну людину; нормі витрати гарячої води на одного споживача в житлових будинках  $a=115 \text{ л/добу}$ , у громадських спорудах –  $b=25 \text{ л/добу}$ ; нормі витрати теплоти на опалення житлових будинків  $q_0 = 84 \text{ Вт/м}^2$ . Коефіцієнти, що враховують теплові потоки на опалення й вентиляцію громадських будинків дорівнюють  $k_1=0,25$ ;  $k_2 = 0,4$ . Щільність забудови мікрорайонів прийняти рівною  $d = 3500 \text{ м}^2/\text{га}$ .

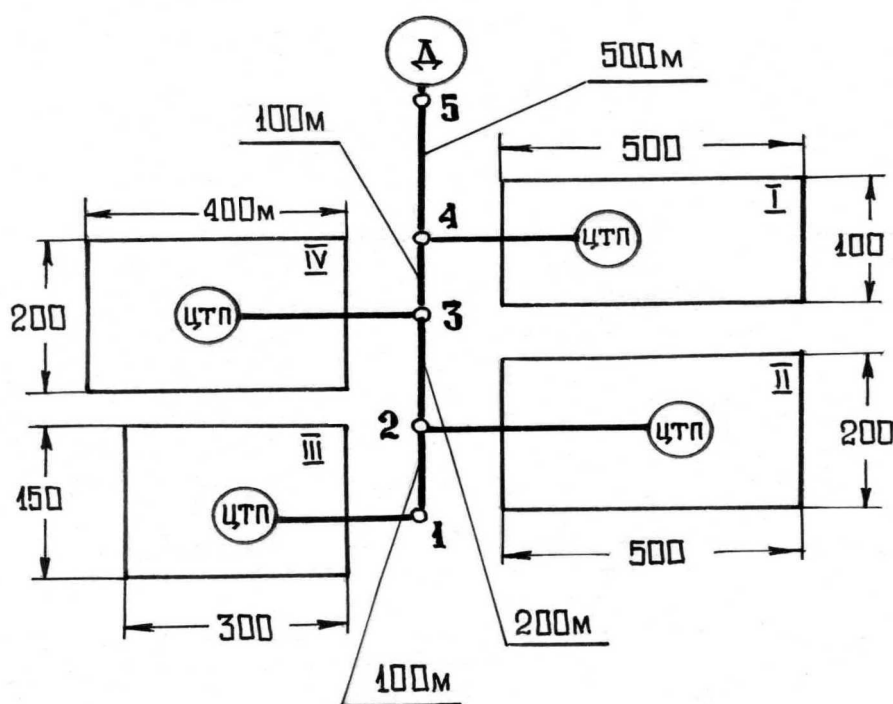


Рис. 5.1. – Розрахункова схема теплопостачання міста (до прикладу 5.1)  
I...IV – номери мікрорайонів; Д – джерело теплопостачання; ЦТП – центральний тепловий пункт

#### Розв'язання

1. Площа території мікрорайону № 1:

$$A = 500 \times 100 = 50000 \text{ м}^2 = 5 \text{ га.}$$

2. Житлова площа будинків мікрорайону:

$$A_1 = F_1 d = 5 \times 3500 = 17500 \text{ м}^2.$$

3. Тепловий потік на опалення будівель першого мікрорайону:

$$Q_{o, \max} = q_0 A_1 (1 + K_1) = 84 \times 17500 (1 + 0,25) = 1,84 \times 10^6 \text{ Вт.}$$

4. Тепловий потік на вентиляцію будівель:

$$Q_{в, \max} = q_0 A_1 K_1 K_2 = 84 \times 17500 \times 0,25 \times 0,4 = 0,147 \times 10^6 \text{ Вт.}$$

5. Кількість мешканців першого мікрорайону:

$$m_1 = A_1 / 18 = 17500 / 18 = 972 \text{ люд.}$$

6. Тепловий потік для потреб гарячого водопостачання:

$$Q_{h,\max} = \frac{2,4m(a+b)(t_z - t_x)c}{24 \times 3600} = \frac{2,4 \times 972(115 + 25)(55 - 5)4187}{24 \times 3600} = 0,79 \times 10^6 \text{ Вт.}$$

$t_z = 55^\circ\text{C}$  – температура гарячої води;  $t_x = 5^\circ\text{C}$  – температура холодної води;  
 $c = 4187 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$  – питома теплоємність води.

7. Сумарне теплове навантаження мікрорайону:

$$Q_1 = Q_{o,\max} + Q_{e,\max} + Q_{h,\max} = (1,84 + 0,147 + 0,79) \times 10^6 = 2,77 \times 10^6 \text{ Вт.}$$

Аналогічно визначаємо теплове навантаження інших мікрорайонів. Результати розрахунків наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники теплоспоживання мікрорайонів міста

№ м/р	F, га	A, м2	$Q_{o,\max} \times 10^6$ Вт	$Q_{e,\max} \times 10^6$ Вт	m, чол.	$Q_{h,\max} \times 10^6$ Вт	$Q \times 10^6$ Вт
1	5	17500	1,84	0,147	972	0,79	2,77
2	10	35000	3,675	0,294	1944	1,58	5,55
3	8	28000	2,94	0,235	1555	1,26	4,44
4	4,5	15750	1,65	0,13	875	0,71	2,49

## 6. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ № 6.

### СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ: КАБЕЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ, МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

**Мета практичних занять** – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи спроектувати електричні мережі та розташувати ТП, визначити витрати електричної енергії.

У системах електропостачання міст найбільшого поширення набуло прокладення кабелів у траншеях. Можливе прокладання кабелів у азбестоцементних і бетонних трубах. Конструкція кабелів залежить від призначення та напруги електролінії. Струмоведучі жили кабелю виконують із алюмінію та міді.

У прохідних каналах кабелі прокладають без броні, що знижує вартість електроліній, поліпшує їхню профілактику та ремонт. Кабельні лінії розміщують на відстані не менше 2 м від стовбурів дерев та 0,6 м від фундаментів будинків.

Трансформаторні підстанції призначені для приймання, зміни рівня напруги та розподілу електричної енергії. Зниження напруги виконують трансформатори. У мікрорайонах рекомендуються закриті ТП, які можуть бути включені у громадські будинки або прибудовані до них, а також виконуватися у вигляді окремих будинків за типовими кресленнями.

Окремі ТП мають виконуватися зі збірних залізобетонних елементів промислового виготовлення. Розташовуються вони на відстані 10 м від будинків, електропостачання яких здійснюється від розподільних щитів, розташованих у сходових клітках.

Розвідні телефонні мережі VO від ТРШ прокладають транзитом через технічні підпілля будівель і прохідні «зчіпки» сумісно з розвідними водопроводами, тепловими й електричними мережами. При роздільному методі прокладання телефонні лінії розташовуються на відстані не менше 0,6 м від будівлі. Вводи виконують у сходові клітки будинку.

ТРШ розташовують на зовнішніх стінах будівель або у сходових клітках.

Приклади трасування електричних мереж наведені на рис. 6.1 – 6.6.

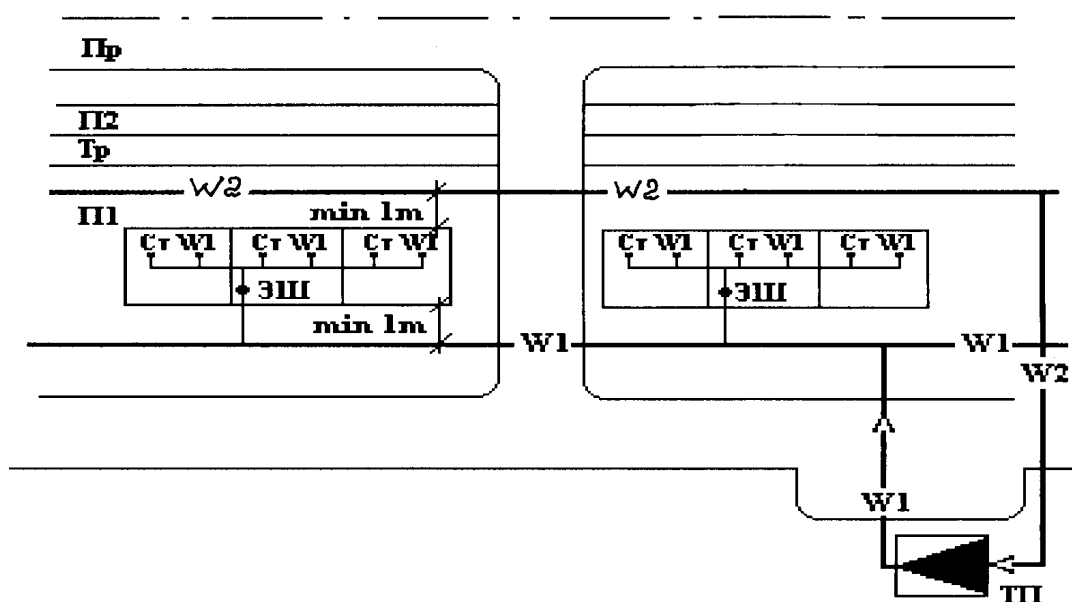


Рис 6.1 – Роздільний метод прокладання силових розподільних і розвідних електричних мереж

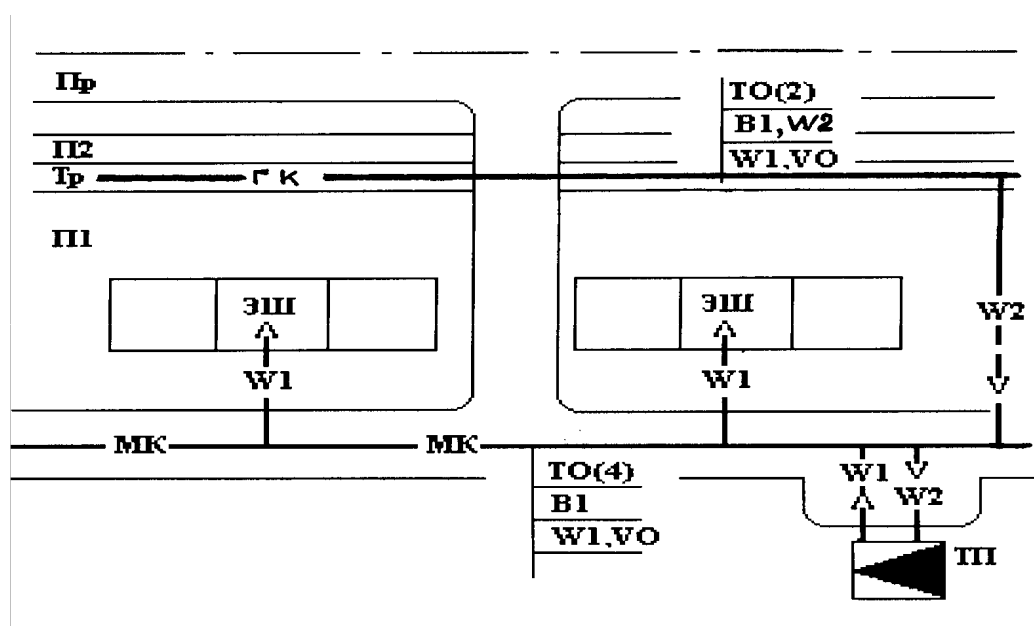


Рис. 6.2 – Суміщений метод прокладання силових електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у мікрорайонному колекторі



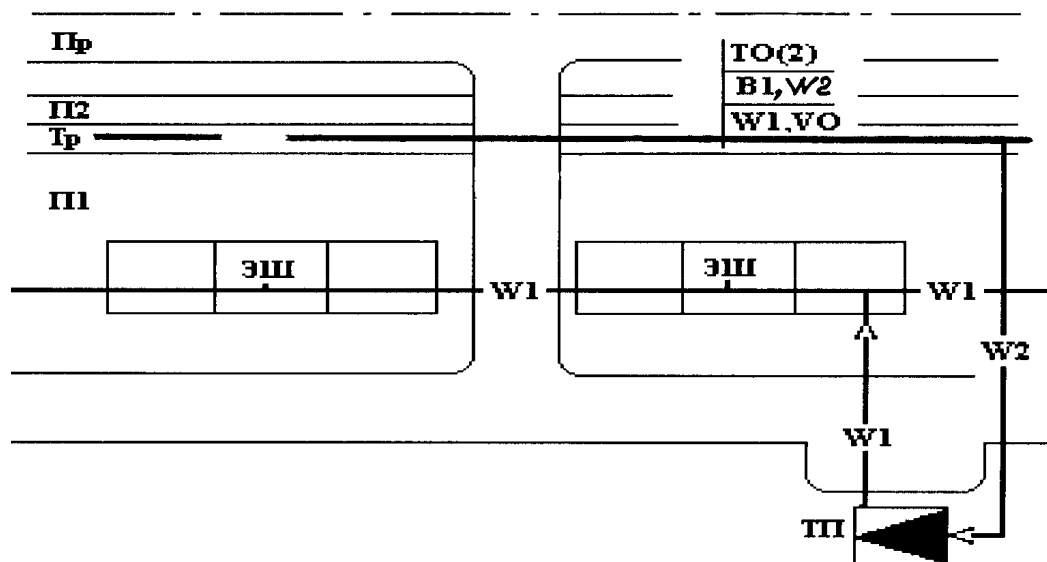


Рис. 6.3 – Суміщений метод прокладання силових електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у технічних підпіллях і «зчіпках»

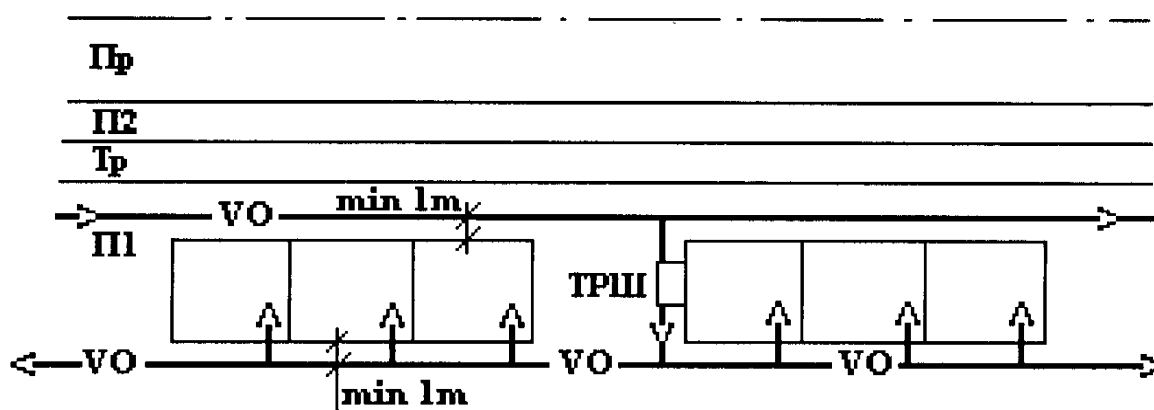


Рис. 6.4 – Роздільний метод прокладання слабкострумових електричних мереж

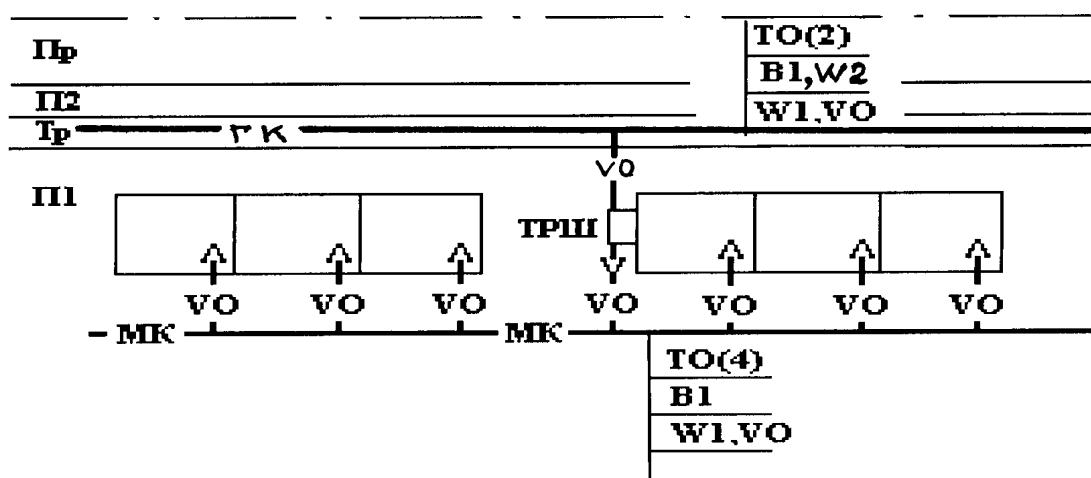


Рис. 6.5 – Суміщений метод прокладання слабкострумових електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у мікрорайонному колекторі

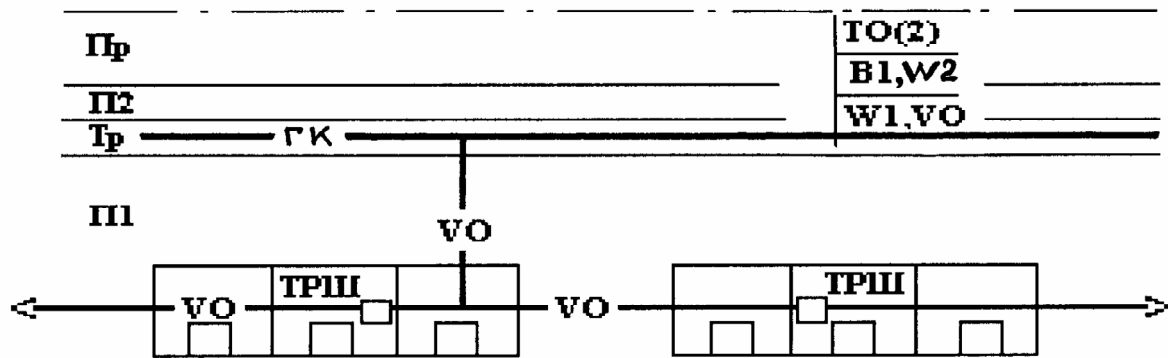


Рис. 6.6 – Суміщений метод прокладання слабкострумівих електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у технічних підпіллях і «зчіпках»

### Методи розрахунку електричних навантажень

Розрахункове електричне навантаження житлових будинків складається з навантажень квартир і загальнобудинкових силових електроприймачів (електродвигунів ліфтів, вентиляторів і т.д.).

Для житлових будинків ВСН регламентує два характерних режими електроспоживання з застосуванням найбільш типових електроприладів: 1) для газифікованих квартир; 2) квартир із електроплитами.

Розрахункове навантаження квартир  $P_{кв}$  визначають за формулою, кВт:

$$P_{кв} = P_{кв.пит.} \cdot n, \quad (6.1)$$

де  $P_{кв.пит.}$  – питоме розрахункове навантаження електроприймачів квартир, обладнаних електроплитами (табл. 6.1);

$n$  – кількість квартир у будинку.

Розрахункове навантаження ліфтових установок, кВт:

$$P_{л} = k_n \sum_{i=1}^n D_i, \quad (6.2)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт попиту, що залежить від кількості ліфтових установок і поверхів будинку (табл. 6.2);

$n$  – кількість ліфтів у секції будинку;

$D_i$  – установлена потужність двигунів,  $P_i=4,5$ кВт.

Таблиця 6.1 – Питоме розрахункове навантаження електроприймачів квартир

Споживачі електроенергії	Питоме розрахункове навантаження електроприймачів за кількості квартир, кВт на 1 квартиру									
	1...3	6	12	18	24	40	60	100	200	400
Квартири з плитами:										
на природному газі	4,5	2,3	1,45	1,15	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45
на скрапленому газі та твердому паливі	5,0	2,6	1,65 *	1,35	1,15	1,0	0,9	0,8	0,75	0,7
електричними потужністю до 5,9кВт	6,0	3,2	2,4	2,0	1,8	1,5	1,3	1,15	1,0	0,9
електричними потужністю 5,9...8 кВт	7,0	4,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,3	1,15	1,0	0,9

**Примітки:** 1. Розрахункове навантаження кількості квартир, що не зазначене в таблиці, визначають інтерполяцією.  
2. Питоме розрахункове навантаження квартир враховує навантаження освітлення загальнобудинкових приміщень (сходів, ліфтових холів, вестибюлів, технічних підвалів, сміттєзбірних камер та ін.)

Таблиця 6.2 – Значення коефіцієнтів попиту ліфтових установок

Кількість ліфтових установок	Коефіцієнт попиту для будинків висотою	
	до 12 поверхів	12 поверхів і вище
2 – 3	0,8	0,9
4 – 5	0,7	0,8
6 – 7	0,6	0,7
8 – 10	0,5	0,6
11 – 20	0,4	0,5
> 20	0,35	0,4

У житлових будинках понад 9 поверхів передбачається система димовідведення. Із цією метою на кожній сходовій клітці встановлюють один вентилятор на припливній установці потужністю  $P_n = 10 \text{ кВт}$  і один на витяжній установці потужністю  $P_b = 10 \text{ кВт}$ .

Розрахункове навантаження двигунів силових установок розраховують за формулою, кВт:

$$P_{дв} = (P_{п} + P_{в}) \cdot n, \quad (6.3)$$

де  $n$  – кількість секцій у будинку.

Загальне розрахункове навантаження житлового будинку визначають як суму освітлювального й силового навантаження, кВт:

$$P_{жб} = P_{кв} (\cos \varphi_{кв} + 0.9 P_{л}) (\cos \varphi_{л} + P_{дв}) \cos \varphi_{дв}, \quad (6.4)$$

де  $\cos \varphi_{кв}$ ,  $\cos \varphi_{л}$ ,  $\cos \varphi_{дв}$  – розрахункові значення коефіцієнтів потужності (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Значення коефіцієнтів потужності живильних ліній житлових будинків

Споживачі, підключені до живильних ліній	Розрахункові значення коефіцієнтів потужності
1. Квартири: - з електричними кухонними плитами; - з кухонними плитами на природному газі; скрапленому газі й твердому паливі	0,98
	0,96
2. Насоси, вентилятори	0,85
3. Ліфти	0,6

**Приклад 6.1.** Визначити розрахункові навантаження для житлових газифікованих будівель. Один із будинків 40-квартирний, інший 200-квартирний. Житлова площа квартир – 35м<sup>2</sup>, другий будинок має чотири ліфтових установки ( $P_{\text{двиг}}=5$  кВт).

Питомі навантаження на квартиру визначають за таблицею 6.1. За формулою (6.1) для розрахункового навантаження лінії, яка живить 40-квартирний будинок (за відсутності нежитлових приміщень і силового навантаження):

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{кв.пит.}} \cdot n \cdot 1,05 = 0,7 \cdot 40 \cdot 1,05 = 29,4 \text{ кВт}$$

(коефіцієнт 1,05 відображає збільшення на 1 % для 1 м<sup>2</sup> додаткової (> 30 м<sup>2</sup>) площі помешкань).

Для лінії, що живить будинки з ліфтовими установками, розрахункове навантаження визначається в той самий спосіб:

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{кв.пит.}} \cdot n \cdot 1,05 = 0,45 \cdot 200 \cdot 1,05 = 94,5 \text{ кВт.}$$

Розрахункове навантаження ліфтових двигунів визначається за формулою (6.2). Коефіцієнт попиту ліфтових установок  $k_n = 0,8$  (табл. 6.2).

$$P_{\text{л}} = k_n \sum_{i=1}^n D_i = 0,8 \cdot 20 = 16 \text{ кВт.}$$

Сумарне розрахункове навантаження лінії, що живить другий будинок:

$$P_p = P_{\text{н.б}} + \sum K_{\text{н.тах}} P_i.$$

Коефіцієнт незбігу максимумів навантаження від квартир і силових електроприймачів  $K_{\text{н.тах}} = 0,9$ . Тоді

$$P_p = 94,5 + 0,9 \cdot 16 = 108,9 \text{ кВт.}$$

## 8. ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7.

### СИСТЕМА ГАЗОПОСТАЧАННЯ:

#### ГАЗОВІ МЕРЕЖІ, ВНУТРІШНІ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ, РОЗРАХУНОК СПОЖИВАННЯ ГАЗУ В МІКРОРАЙОНІ

**Мета практичних занять** – закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи спроектувати газові мережі середнього й низького тиску та розташувати ГРП, визначити розрахункові витрати споживання газу; згідно з планом будинку запроектувати внутрішню систему газопостачання.

## Газові мережі

Газові мережі мікрорайону слід проектувати низького тиску із облаштуванням одного газорегулюючого пункту (ГРП) поблизу ЦТП, але на відстані не менше 10 м. До ГРП підводиться розподільний газопровід середнього тиску. У ГРП забезпечується очищення газу від механічних домішок і зниження тиску газу до необхідної величини. Від ГРП по розвідних газопроводах низького тиску природний газ надходить у внутрішні системи газопостачання будинків. Газопроводи можуть бути прокладені в землі або стінами будинків вище вікон першого поверху. При прокладці газопроводів низького тиску в землі вводи до будинків роблять крізь сходові клітки, а при надземній прокладці – безпосередньо в кухні або у сходові клітки.

Газопроводи середнього й низького тиску не прокладають у колекторах, технічних підпіллях і «зчіпках». При спільній прокладці газопроводи розміщують паралельно колектору на відстані, обумовленій у ВНП [2].

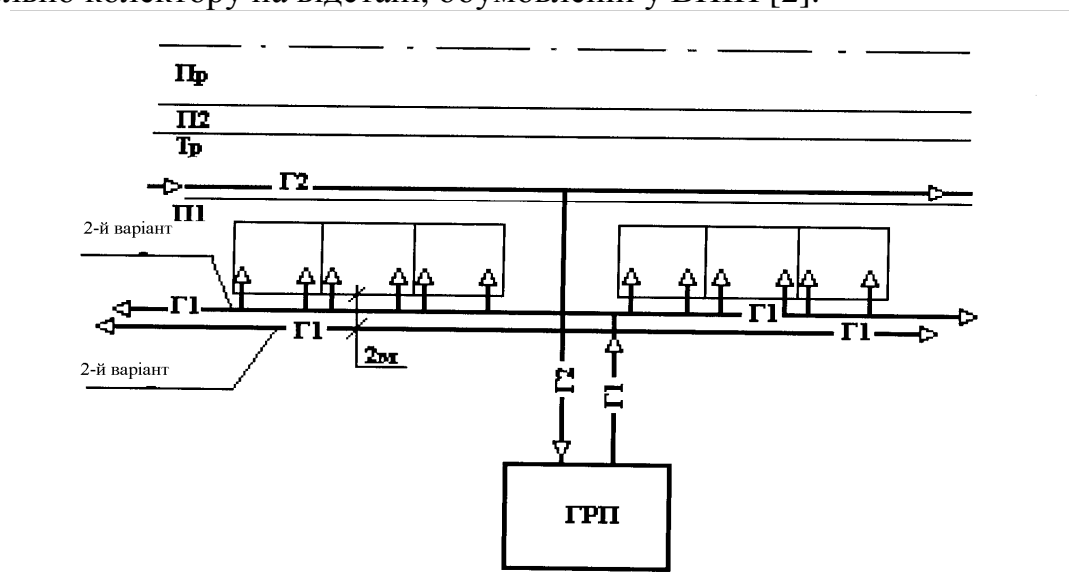


Рис. 7.1 – Методи прокладання газових мереж

## Розрахунок споживання газу в мікрорайоні

Річні витрати газу на побутові потреби встановлюють для кожного мікрорайону:

$$g_n^p = m \frac{n_1 + n_2}{Q_p^H}, \text{ м}^3 / \text{рік}, \quad (7.1)$$

де  $m$  – кількість жителів у мікрорайоні;

$n_1$  – норма витрат газу на приготування їжі на 1 людину, Ккал/рік (додаток 5);

$n_2$  – норма витрат газу на приготування гарячої води (якщо в мікрорайоні передбачене гаряче водопостачання  $n_2=0$ );

$Q_p^H$  – калорійність газового палива, Ккал/м<sup>3</sup>.

Годинні витрати газу для усіх видів споживачів визначають залежно від річних витрат газу та коефіцієнта годинного максимуму  $k_m$  за формулою:

$$g^r = g^p \cdot k_m, \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (7.2)$$

Для житлових мікрорайонів  $k_m$  – обирають залежно від кількості жителів у мікрорайоні за додатком 6.

### Внутрішні системи газопостачання будівель

Система газопостачання будівель призначена для безперебійної подачі газу споживачам на побутові потреби.

Централізована система газопостачання будівлі (рис. 7.2) складається з газового вводу, розвідних магістралей, стояків, підводок, газових приладів, газових лічильників (якщо вони передбачені проектом) і арматури.

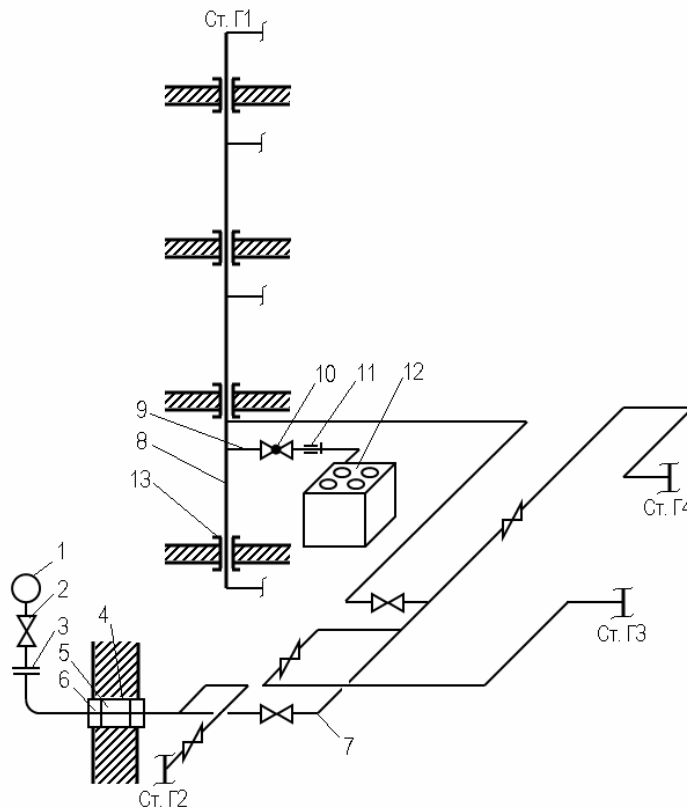


Рис. 7.2 – Система газопостачання будівлі:

1 – зовнішній газопровід; 2 – вимикаючий кран (засувка); 3 – ізолюючий фланець; 4 – футляр; 5 – просмолена прядка; 6 – бітум; 7 – розвідна магістраль; 8 – стояк; 9 – підводка до газових приладів; 10 – пробковий кран; 11 – роз'ємне різьбове з'єднання; 12 – газова плита; 13 – гільза

Улаштування систем газопостачання будівель має відповідати вимогам СНіП 2.04.08-87 «Газоснабжение». Внутрішні системи газопостачання з тиском газу до 0,005 МПа влаштовують із водогазопровідних сталевих труб (ГОСТ 262-75), а при тиску газу до 0,3 МПа – із водопровідних посилених труб (ГОСТ 3262-75) і безшовних гарячедеформованих труб (ГОСТ 8732-78). На стояках і вводах установлюють натяжні газові муфтові пробкові крани 11Б10бк1 ( $D_y=15\ldots 20$  мм) і 11ч3бк ( $D_y=25\ldots 80$  мм). На вводах до будівлі можна встановлювати фланцеві засувки 30ч6бк ( $D_y=50\ldots 400$  мм), паралельні із висувним шпинделем.

До обладнання систем газопостачання належать: газові побутові плити, автоматичні газові проточні водопідігрівачі, водонагрівальні газові побутові апарати.

Увід у будівлю – це відгалуження газопроводу від зовнішньої розподільної газової мережі для подачі газу до окремих будівель або їхніх груп. Він охоплює ділянку газопроводу від труби зовнішньої газової мережі до запірного пристрою (газової засувки, пробочного крану, водяного затвору) внутрішньоквартальної або дворової мережі.

## **8. Завдання до виконання розрахунково-графічних робіт**

Студенти мають виконати контрольну роботу за вихідними даними варіанта згідно № за списком з таблиці 8.1.

Контрольна робота складається з:

- 1) трасування інженерних мереж на генплані мікрорайону згідно варіанту. Способи прокладання і приклади наведені у практичних заняттях 1, 2, 4, 6, 7;
- 2) визначення розрахункових витрат: побутових стічних вод; тепла на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання; води на комунально-господарчі потреби; електричної енергії; газу на побутові потреби населення. Розрахунки виконати за методикою та прикладами, наведеними у практичних заняттях 1, 3, 5, 6, 7;
- 3) запроектувати одну з інженерних систем будівлі згідно завдання. Приклади наведені у практичних заняттях 1, 2, 4.



Таблиця 8.1 – Вихідні дані варіанту завдання до виконання розрахунково-графічної роботи

№ варіанта	Місто	Мікрорайон № варіанта	Метод прокладання МІМ	Поверховість	План поверху № варіанта	Інженерна система	$Q^p_n$
1	Вінниця	1	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	5	1	СК1	8000
2	Дніпро- петровськ	2	Рс-ГК Рз-МК	9	2	СК2	8100
3	Запоріж- жя	3	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	12	3	СВ1	8200
4	Київ	1	Рс-ГК Рз-МК	5	4	СО	8300
5	Львів	2	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	9	5	СГВ	8400
6	Миколаїв	3	Рс-ГК Рз-МК	12	6	СК1	8500
7	Одеса	1	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	5	7	СК2	8600
8	Полтава	2	Рс-ГК Рз-МК	9	8	СВ1	8700
9	Рівне	3	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	12	9	СО	8800
10	Севасто- поль	1	Рс-ГК Рз-МК	5	10	СГВ	9000
11	Сімферо- поль	2	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	9	11	СК1	9100
12	Тернопіль	3	Рс-ГК Рз-МК	12	1	СК2	9200
13	Ужгород	1	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	5	2	СВ1	9300
14	Харків	2	Рс-ГК Рз-МК	9	3	СО	9400
15	Херсон	3	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	12	4	СГВ	9500
16	Чернігів	1	Рс-ГК Рз-МК	5	5	СК1	9000
17	Вінниця	2	Рс-ГК Рз- «зчіпки»	9	6	СК2	9100

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Шульга М.О. Інженерне обладнання населених місць / М.О. Шульга, І.Л. Деркач, О.О. Алексахін. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 259 с.
2. Деркач І.Л. Міські інженерні мережі / І.Л. Деркач. – Х.: ХНАМГ, 2006. – 97с.
3. Шульга М.О. Енергопостачання міст / М.О. Шульга, І.О. Бережнов. – К.: ІСДО, 1993, – 228 с.
4. Городские инженерные сети и коллекторы / под.ред. В.Д. Алексеева. – Л.: Стройиздат, 1990. – 384 с.
5. Ионин А.А. Газоснабжение/ А.А. Ионин. – М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.
6. Бережнов І.О. Улаштування і експлуатація теплових і газових мереж / І.О. Бережнов, М.О. Шульга.– К.: НМК ВО, 1992. – 124с.

# ДОДАТКИ

Додаток 1

## Основні кліматичні характеристики деяких міст

Міста	Температура зовнішнього повітря			Тривалість опалюва- льного періоду, діб Π <sub>o</sub>
	розрахункова для		середня за опалюва- льний період, t <sub>ср.о.</sub>	
	опалення, t <sub>р.о.</sub>	вентиляції, t <sub>р.в.</sub>		
Вінниця	-21	-10	-1,1	189
Дніпропетровськ	-24	-9	-1,0	175
Запоріжжя	-23	-9	-0,7	175
Київ	-21	-10	-1,1	187
Львів	-19	-7	0,3	189
Миколаїв	-19	-7	0,4	168
Одеса	-18	-6	0,8	168
Полтава	-22	-11	-1,9	187
Рівне	-21	-9	-0,5	191
Севастополь	-11	0	4,4	137
Сімферополь	-16	-4	1,9	158
Тернопіль	-21	-9	-0,5	190
Ужгород	-18	-6	1,6	162
Харків	-23	-11	-2,1	189
Херсон	-18	-7	0,6	167
Чернігів	-22	-10	-1,7	191
Ялта	-6	1	5,2	126

Додаток 2

## Укрупненні показники максимального теплового потоку на опалення $1\text{ м}^2$ загальної площі житлових будинків, $q_o$ , Вт/м<sup>2</sup>

Етажність забудови	Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення $t_{p.o.}$ , °C					
	-5	-10	-15	-20	-25	-30
3-4	90	97	103	111	119	128
5 та більше	65	69	73	75	82	88

## Додаток 3

**Щільність житлового фонду**

<b>Етажність забудови</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Щільність житлового фонду, d, м <sup>2</sup> /га	3100	3700	4800

## Додаток 4

**Норми витрати гарячої води за температури 55 °С на  
гаряче водопостачання (ГВ) житлових і громадських будівель**

<b>Споживачі</b>	<b>Розмірність</b>	<b>Норма втрати, л/добу</b>
Житлові будинки квартирного типу: з централізованим гарячим водопостачанням, обладнані умивальниками, мийками та душем; з сидячими ваннами, обладнаними душем; з ваннами довжиною від 1,5 до 1,7 м, обладнаними душами; висотою понад 12 поверхів із централізованими ГВ і підвищеними вимогами до благоустрою	1 мешканець	85 90 105 115

## Додаток 5

**Показник споживання газу**

<b>Споживачі газу</b>	<b>Показник споживання газу</b>	<b>Норма ви- трати теп- лоти, Ккал/рік</b>
Житлові будинки: приготування їжі (за наявності газової плити та централізованого гарячого водопостачання від ЦТП); приготування їжі та гарячої води без прасування білизни (за наявності газової плити та газового водонагрівача); прасування білизни в домашніх умовах	на одну людину на рік;  на одну людину на рік;  на 1 т сухої білизни	640x10 <sup>3</sup>  1270x10 <sup>3</sup>  1200x10 <sup>3</sup>

## Додаток 6

**Коефіцієнт годинного максимуму споживання газу на побутові потреби**

Кількість жителів, чол.	5000	10000	20000	30000	40000
Коефіцієнт годинного максимуму споживання газу на побутові потреби, $K_m$	1/2100	1/2200	1/2300	1/2400	1/2500

## Додаток 7

**Мінімальні вертикальні відстані при взаємному перетинанні підземних мереж**

Мережа	Відстань, м (просвіт)							
	Теплопровід	Водопровід	Газопровід	Кабель силовий	Кабель зв'язку	Каналізація	Водостік	Загальний колектор
Теплопровід	–	0,2	0,15	0,5	0,5 – 0,15 ***	0,2	0,2	–
Водопровід	0,2	0,15	0,15	0,5	0,5	0,4**	0,2	0,15
Газопровід	0,15	0,15	0,15	0,5–0,25*	0,5–1,25*	0,15	0,15	0,15
Кабель силовий	0,5	0,5	0,5–0,25*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15
Кабель зв'язку	0,5–0,15	0,5	0,5–0,25*	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15
Каналізація	0,2	0,4**	0,15	0,5	0,5	0,2	0,2	0,15
Загальний колектор	–	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	–

Примітки:

1. У проїзній частині відстань від поверхні землі до верху кабелю має бути не менше 1 м.

2. Кабель зв'язку розміщують вище від силового кабелю.

\* Кабель прокладено у трубі, кінці якої мають бути не ближче 1 м від газопроводу.

\*\* Водопровід прокладено вище за каналізацію у футлярі.

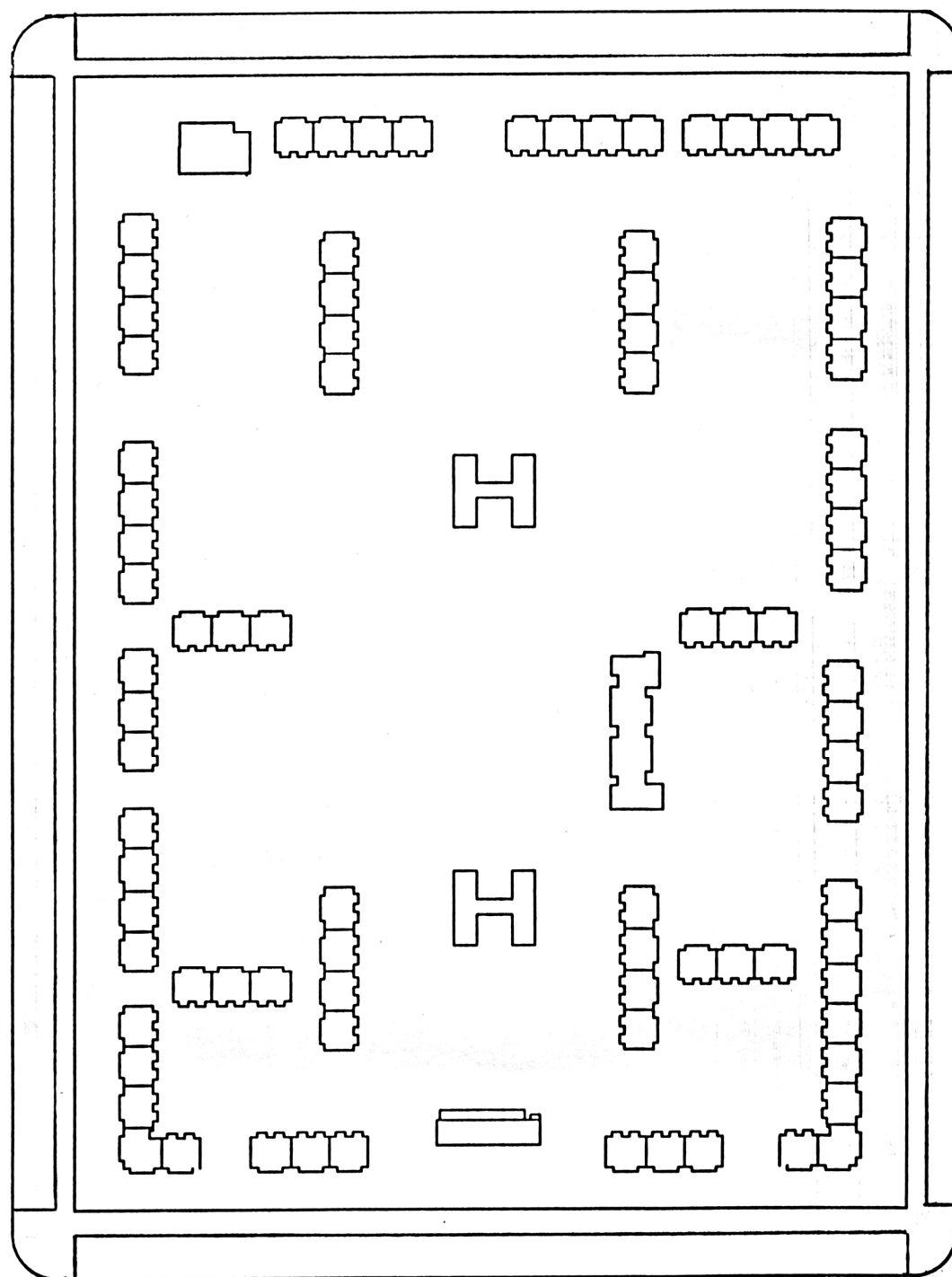
\*\*\* Кабель прокладено у трубі.

**Мінімальні відстані, м, за горизонталлю /просвіт/ між тепло- й газопроводами й іншими спорудами та комунікаціями**

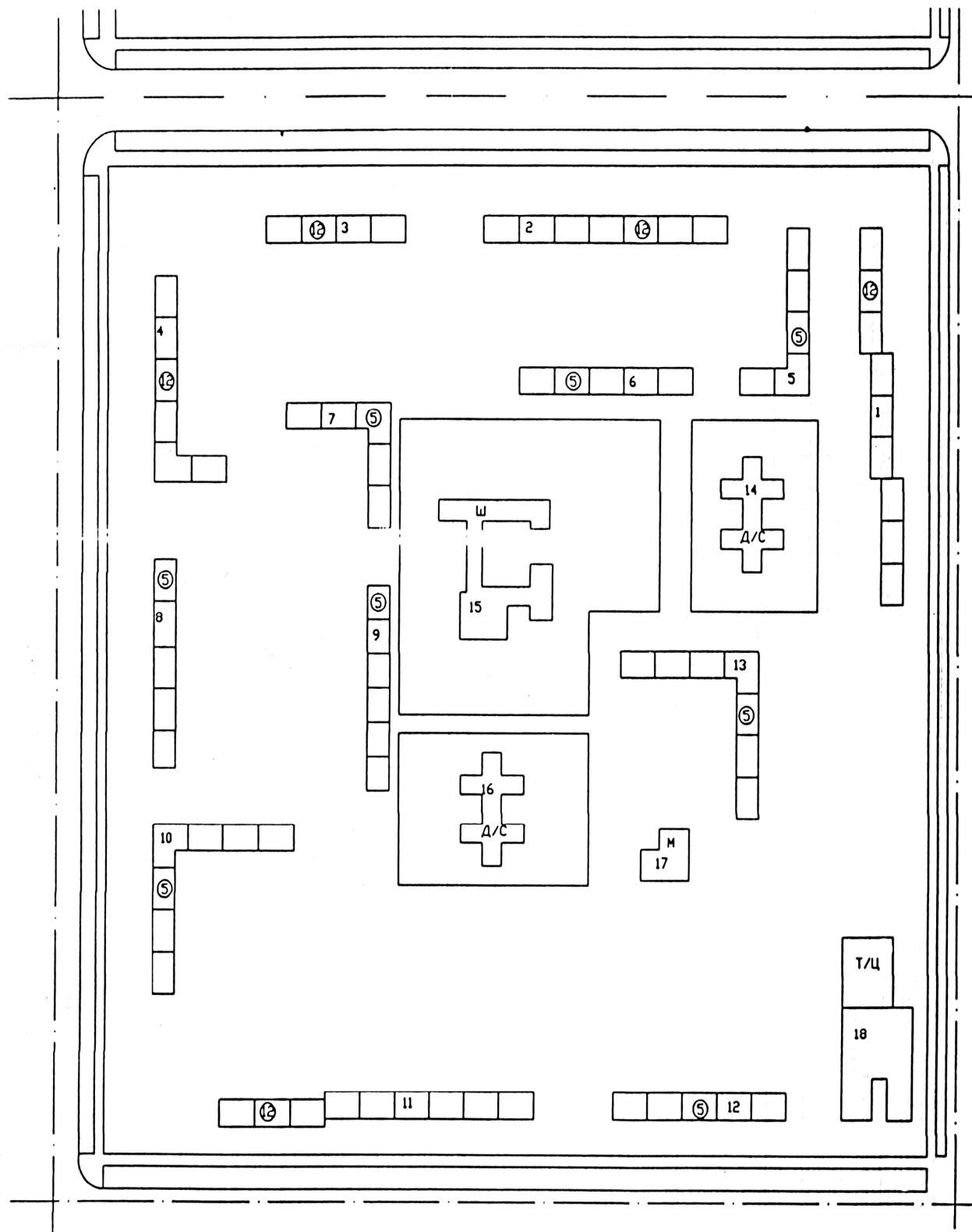
Споруди та комунікації	Газопроводи з тиском газу до, кгс/см <sup>3</sup>				Теплопро- води
	0,05	3	6	12	
Будівлі й споруди	2	4	7	10	5
Залізничні колії	3	4	7	10	4
Трамвайні колії (до крайньої рейки)	2	2	3	3	2
Водопровідні труби	1	1	1.5	2	1.5
Теплопроводи	2	2	2	4	-
Каналізація та водостоки	1	1.5	2	5	1
Газопроводи з тиском: до 6 кгс/см <sup>2</sup> 6...12 кгс/см <sup>2</sup>	<div>При 300 мм – 0,4</div> <div>При 300 мм – 0,5</div>				
Від фундаменту опори лінії повітряної електропередачі та зв'язку до 1 Кв		1			1.5
Силові кабелі до 35 Кв	1	1	1	1,5	2
Телефонні броньовані кабелі	1	1	1	1	2
Те саме, у каналізації	1	1,5	2	3	2
Дерева (до стовбура)			1.5		2
До чагарників	Не регламентується				1
До бортового каменя проїзної частини			1,5		1,5

Примітка: Відстань від колодязів і камер до газопроводу має бути не менше 0,3м.

**Схема плану для виконання контрольної роботи (варіант 1)**

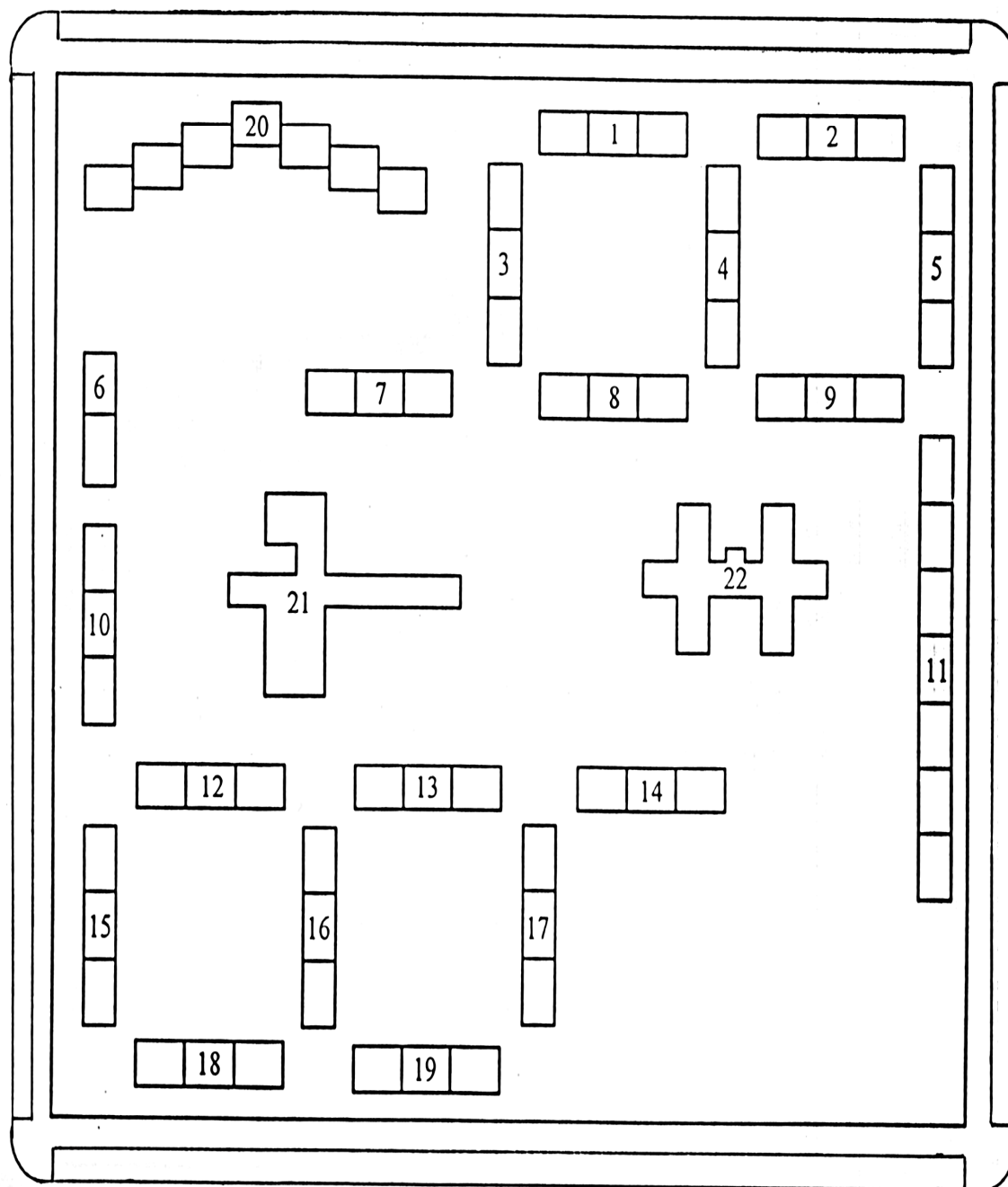


**Схема плану для виконання контрольної роботи (варіант 2)**

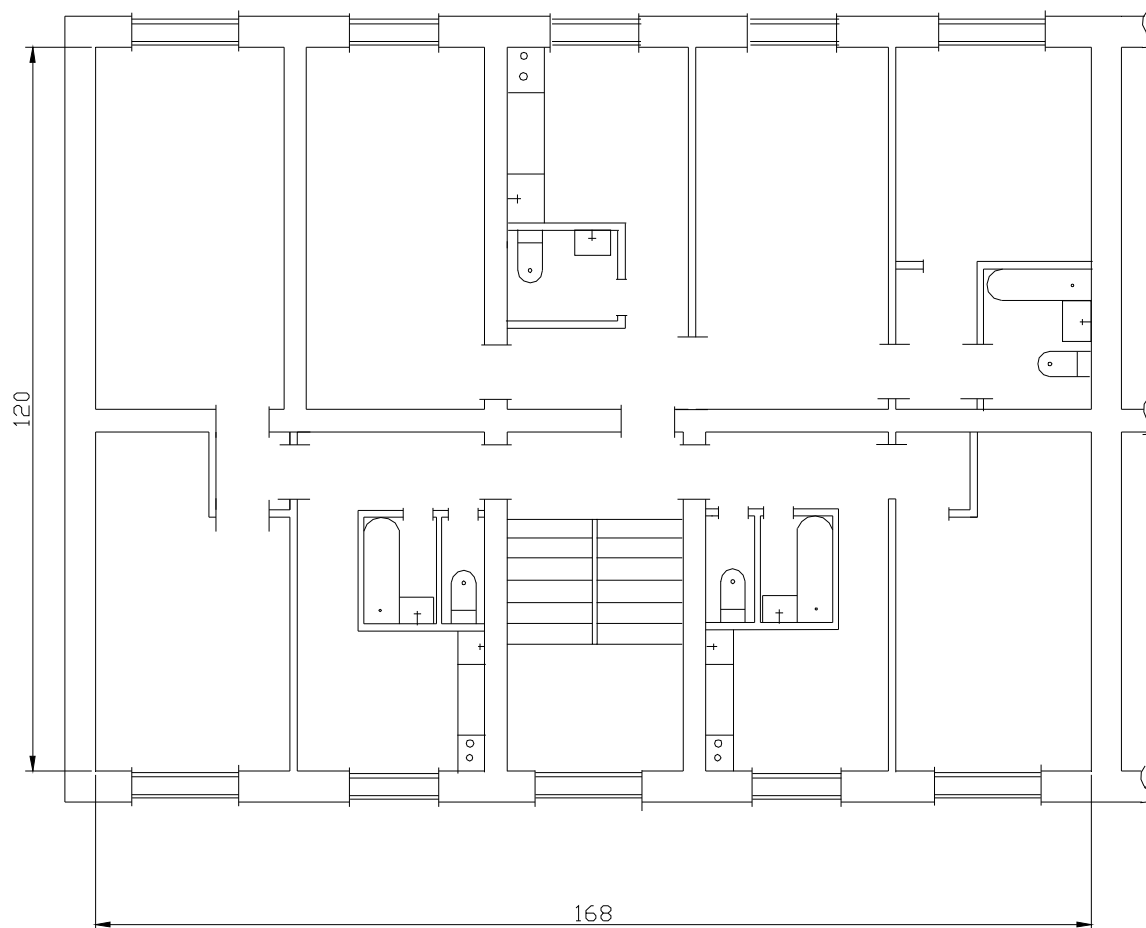




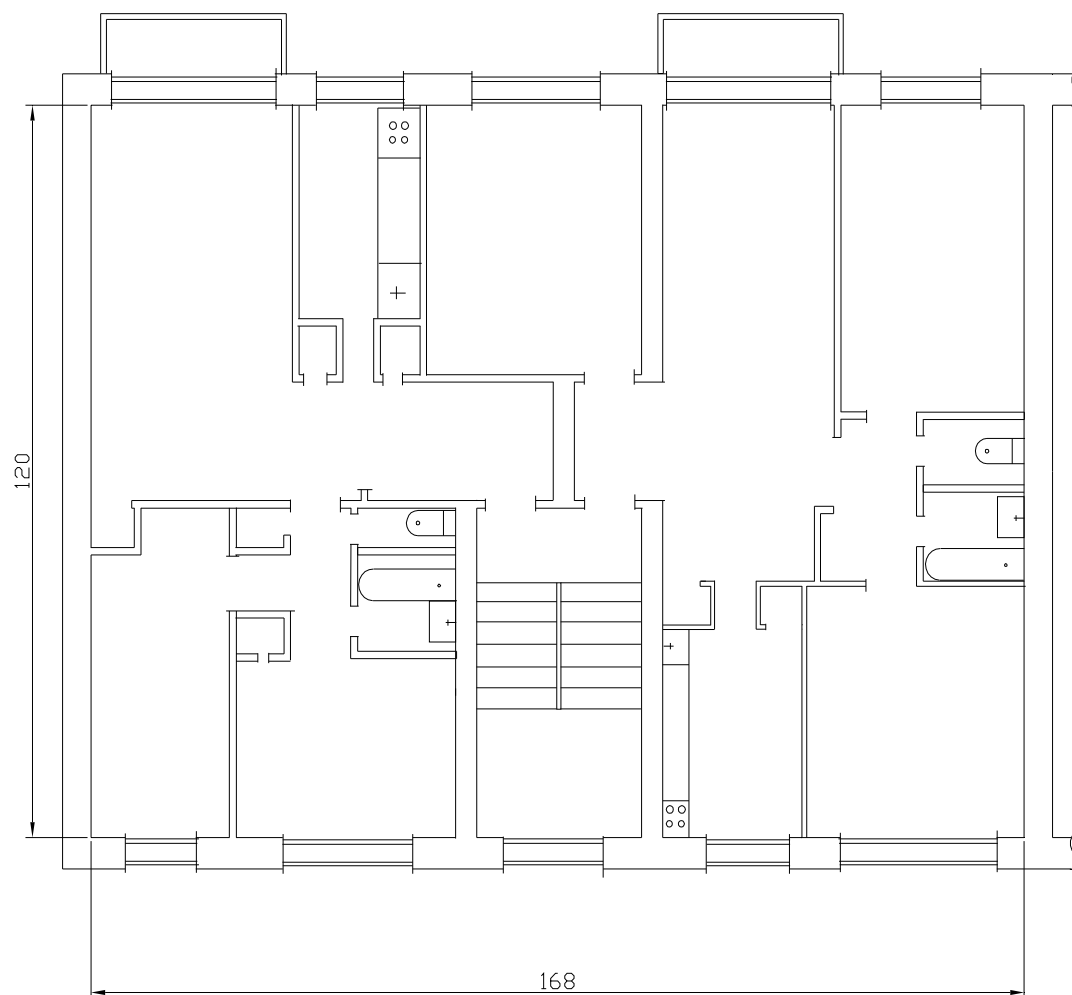
**Схема плану для виконання контрольної роботи (варіант 3)**



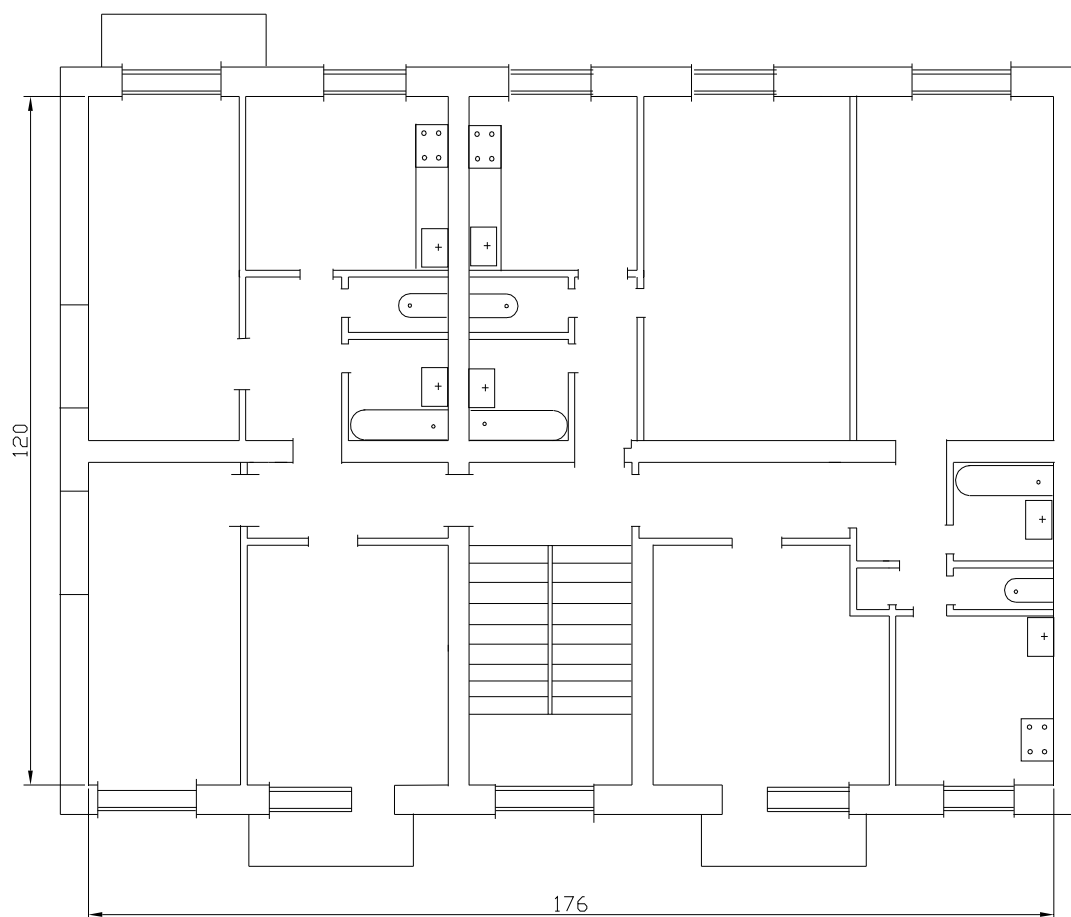
**Варіант № 1**



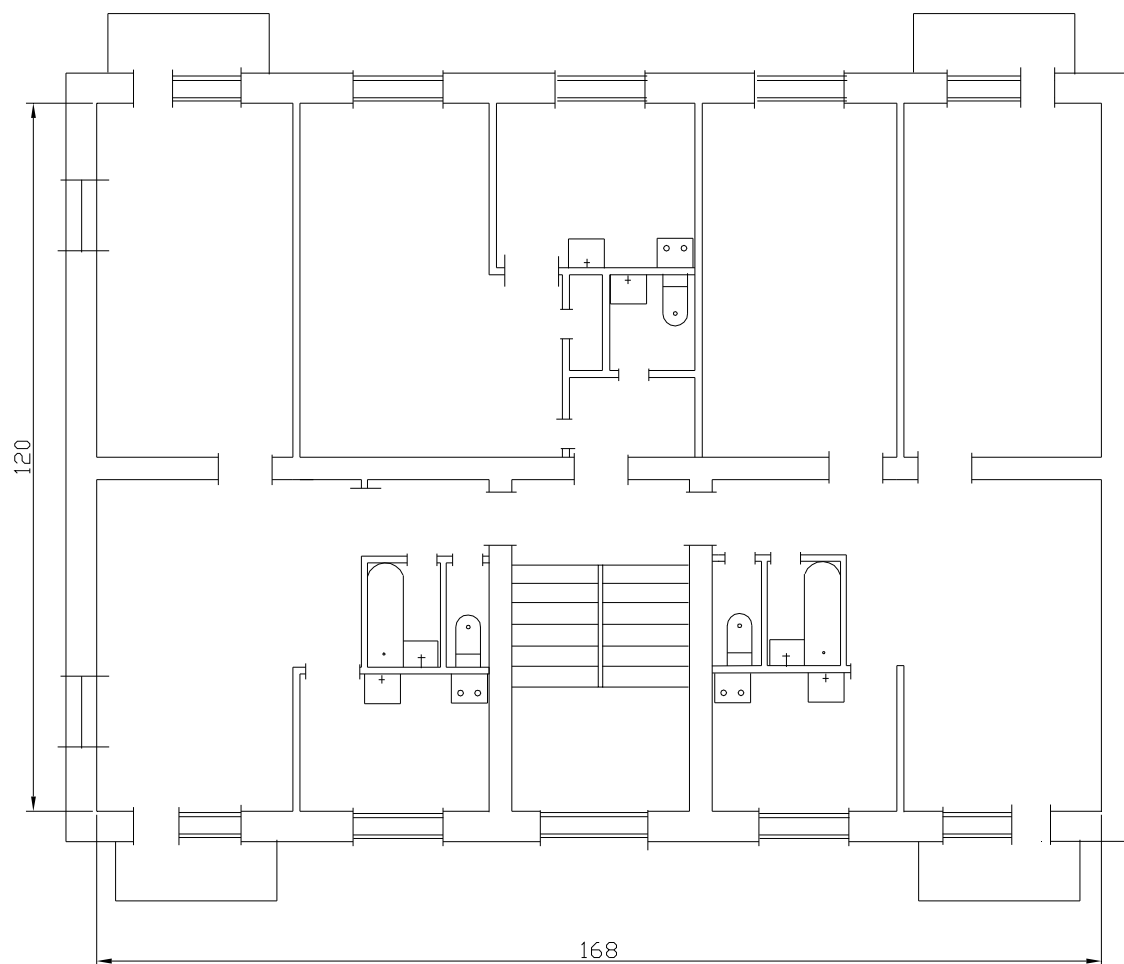
**Варіант № 2**



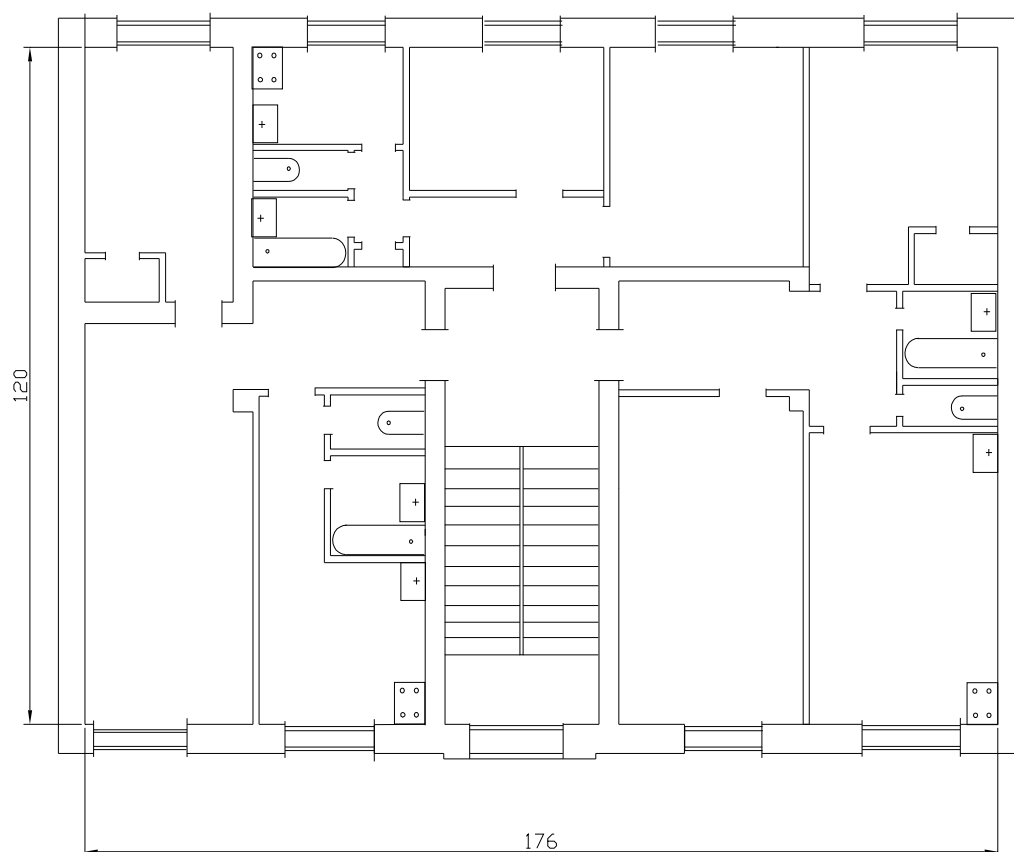
**Варіант № 3**



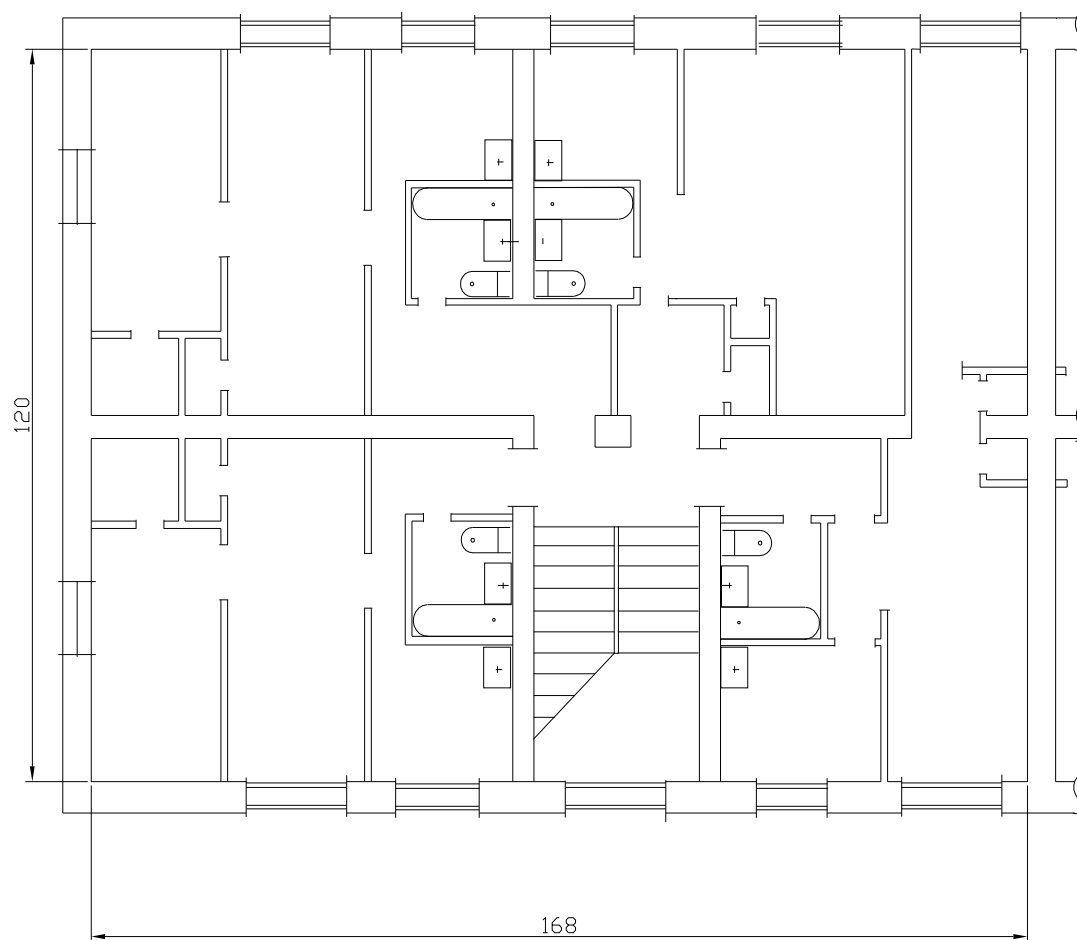
**Варіант № 4**



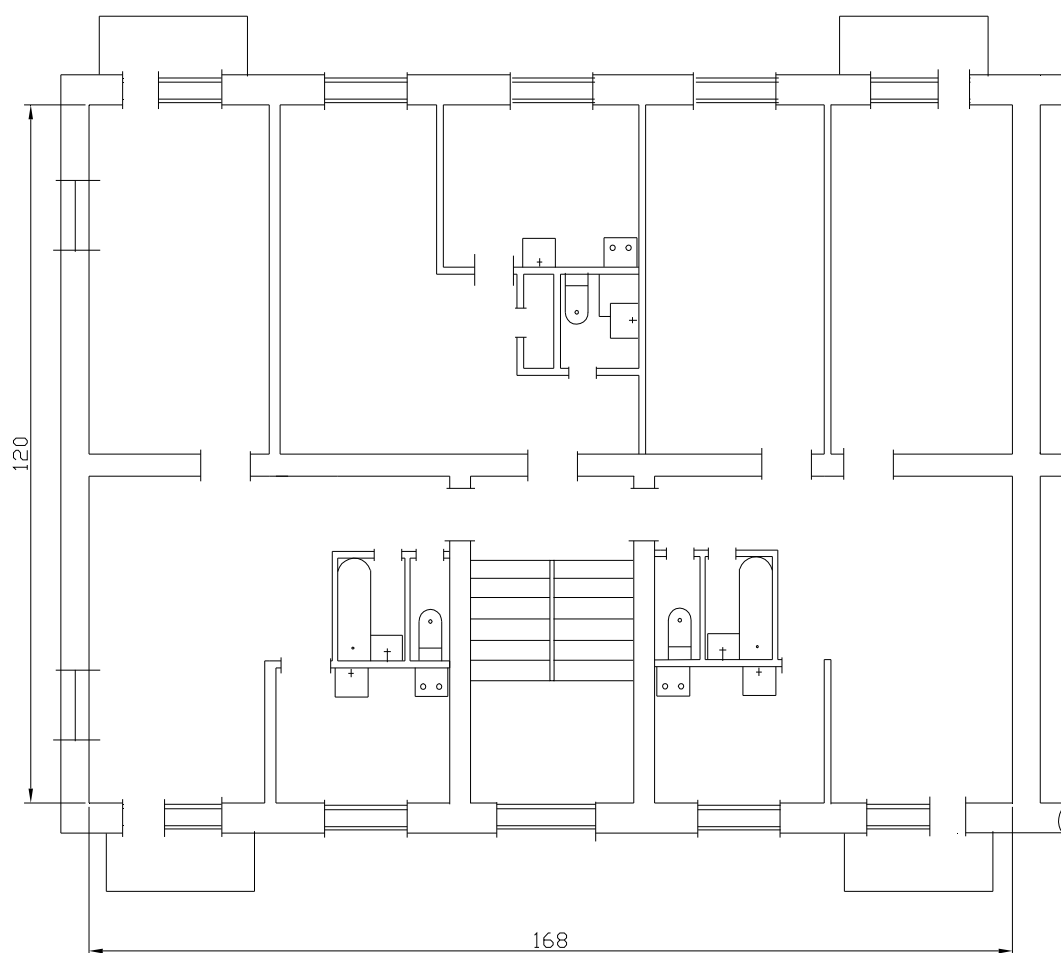
**Варіант № 5**



**Варіант № 6**

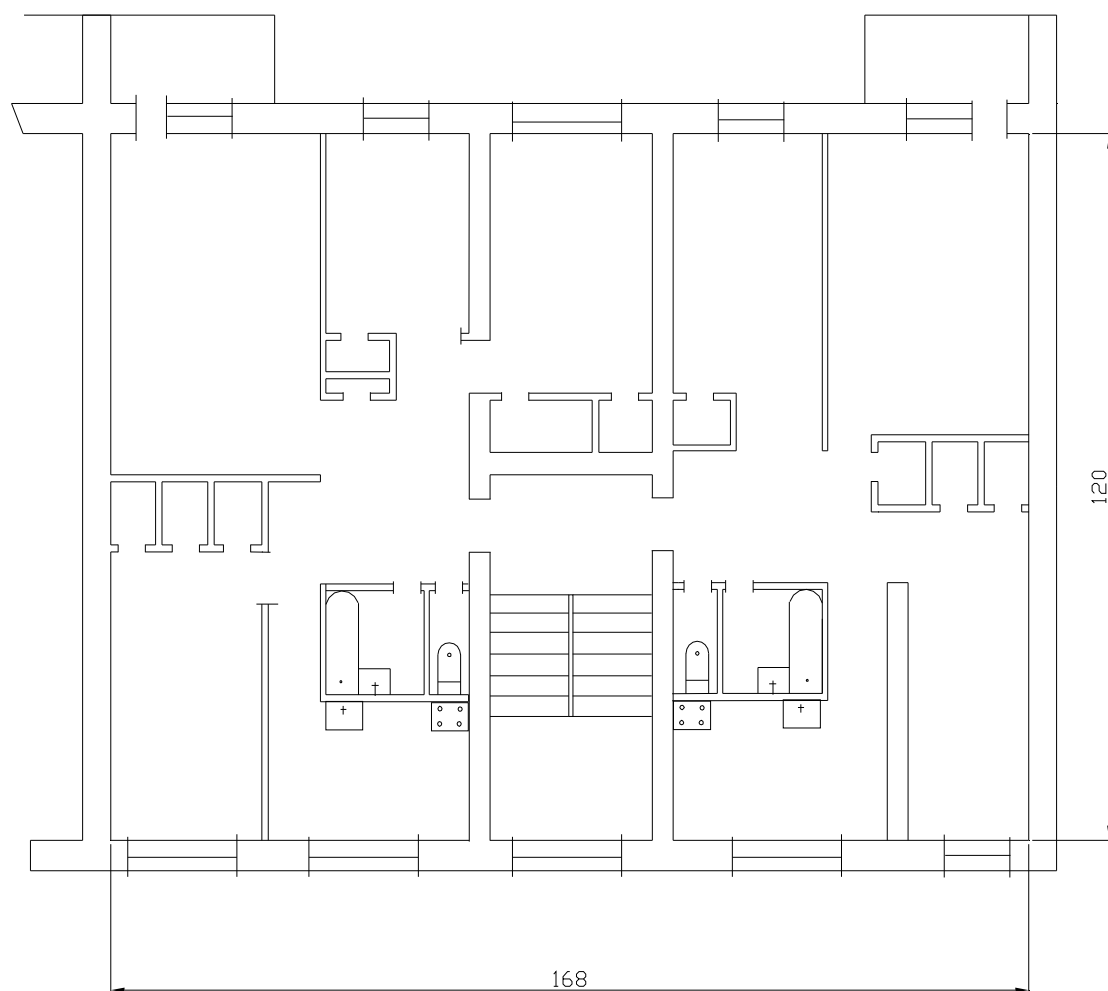


**Варіант № 7**

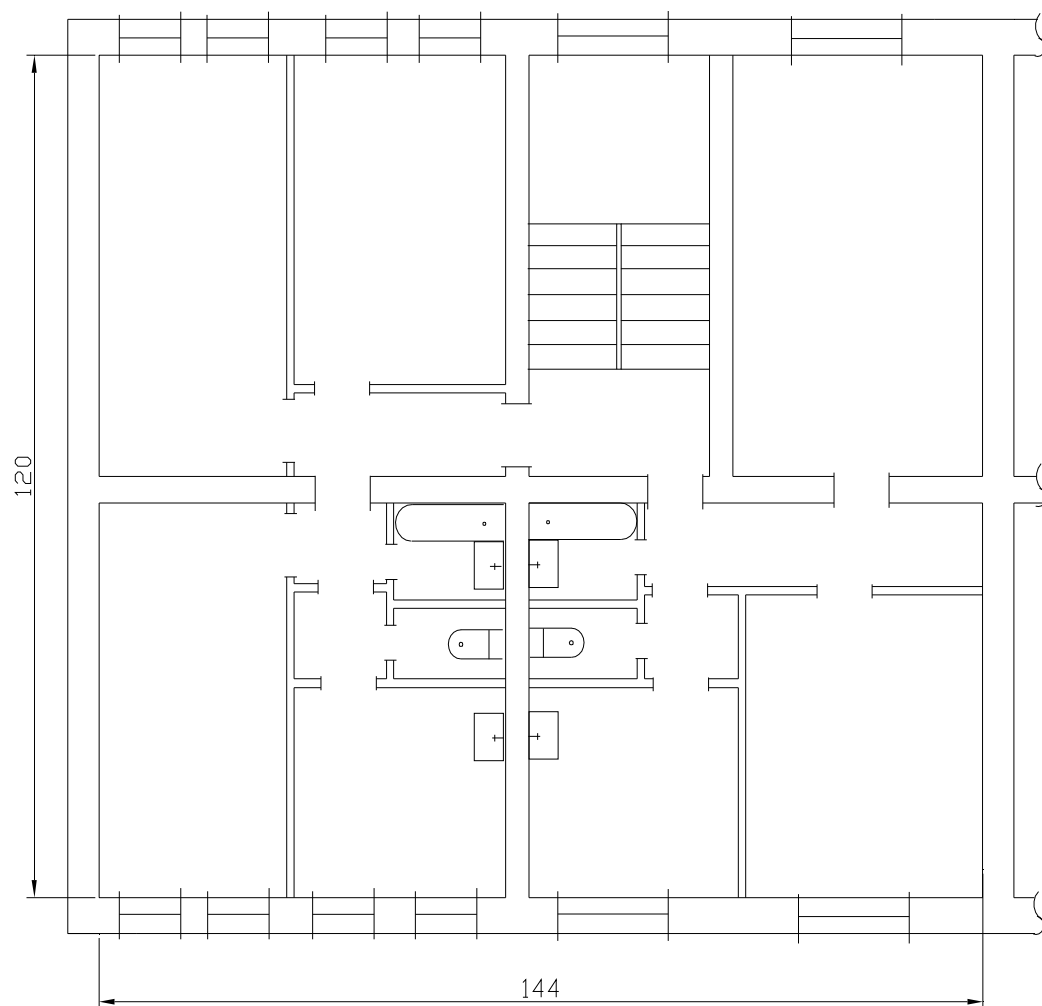




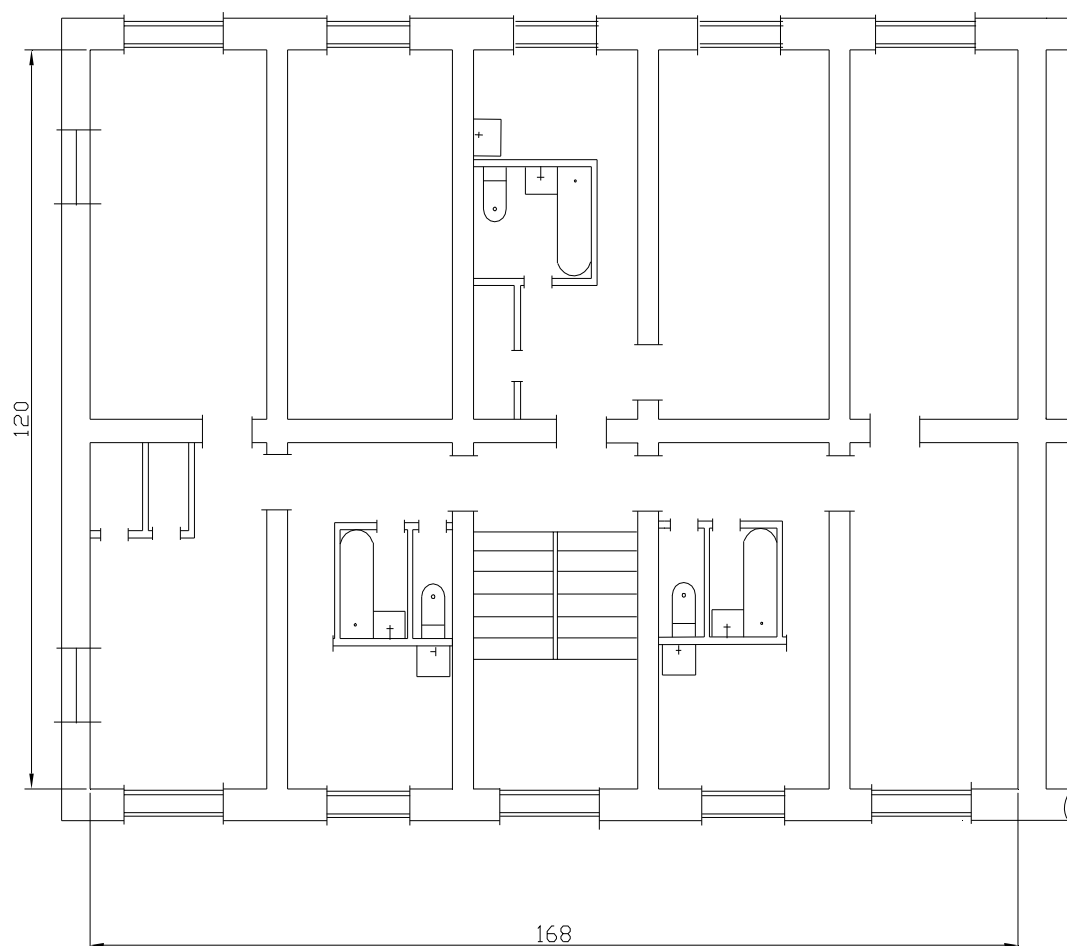
**Варіант № 8**



**Варіант № 9**



**Варіант № 10**



# НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки  
до самостійної роботи студентів, практичних занять  
і виконання контрольної роботи  
з дисципліни

## «ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ»

(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом  
6.060101 «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво та господарство»)

Укладач: **КОВАЛЬОВ** Дмитро Олександрович

Відповідальний за випуск *А. О. Бобух*

Редактор *К. В. Дюкар*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2010, поз. 16М

---

Підп. до друку 18.11.2010	Формат 60x84/16
Друк на ризографі.	Ум. друк. арк. 4,5
Зам. №	Тираж 50 пр.

---

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.